fondation MAIF pour la recherche

Batteries lithium-ion : comprendre, prévenir et protéger

Présentation des résultats des 6 projets soutenus par la Fondation MAIF



Journée *Résonance*

19 NOV. 2026

Journée Résonance

19.11.2026

Organisé par la Fondation MAIF



Stéphane BERGOUNIOUX

Journaliste présentateur

fondation MAIF pour la recherche

Journée *Résonance*

19.11.2026

Organisé par la Fondation MAIF



Marie-Pierre ÉLIE

Présidente de la Fondation MAIF

DISCOURS D'OUVERTURE

fondation MAIF pour la **recherche**

Journée Résonance | 19.11.2026 | Organisé par la Fondation MAIF



Sandra MINAULT

Responsable communication & projets
FONDATION MAIF

INTRODUCTION

fondation MAIF pour la recherche

Journée Résonance

19.11.2026

Organisé par la Fondation MAIF



Marc RIGOLOT

Directeur de la FONDATION MAIF

UN RISQUE ÉMERGENT : PANORAMA ET DÉCRYPTAGE

fondation MAIF pour la recherche

COMPORTEMENTS ET USAGES

Projet : « Du bon usage des batteries Li-ion »

Calyxis
PÔLE D'EXPERTISE DU RISQUE

afnor
NORMALISATION

Institut Pprime

Association des Brûlés de France

Journée Résonance

REMERCIEMENTS

- Engagement de Calyxis et de ses partenaires (ABF – AFNOR – Pprime)
- Disparition de Calyxis depuis la production des études comportementales
- Poursuite du projet avec les partenaires du consortium
- Présentation par la Fondation MAIF d'une synthèse de leurs travaux



Journée Résonance

ÉTUDE QUANTITATIVE

MÉTHODOLOGIE

Echantillon

1 000 personnes de 15 ans et plus

Représentatifs sur les critères :

- Âge
- Genre
- Profession
- Région
- Taille d'agglomération

Panel MIS Group (prestataire)

Questionnaire

En ligne en mai 2023

Construit par Calyxis

- Variables sociodémographiques
- Batteries Lithium-Ion
- Connaissances des batteries Lithium-Ion
- Croyances/ressentis sur les batteries
- Comportements avec les batteries
  - Prise en main
  - Recharge
  - Stockage
  - Fin de vie
- Accident/incident

Objectifs

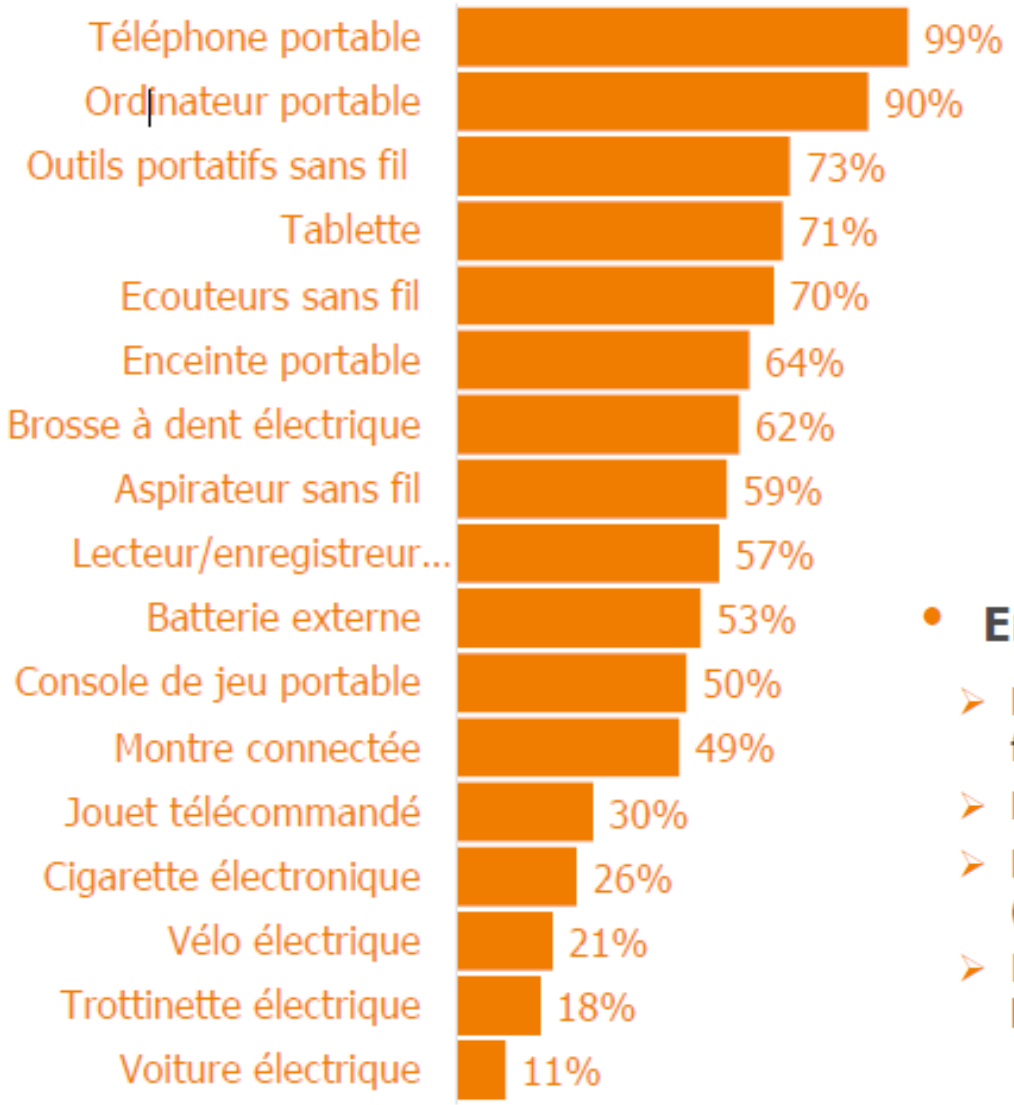
- **Explorer les réalités de possession et d'usage de dispositifs avec batterie Li-Ion**
- **Explorer le cycle d'usage des produits détenus par les consommateurs**
- **Aborder les vécus d'accidents**



© Calyxis – Tous droits réservés - Juin 2024

ÉTUDE QUANTITATIVE

Taux de possession des objets



Dangerosité perçue : faible (5/10)

Connaissance des causes possibles d'endommagement : moyenne (31 % ont de bonnes connaissances)

- **En moyenne : 15,7 objets possédés par foyer**
  - Davantage d'objets possédés par les hommes que par les femmes en moyenne (16,4 VS 15)
  - De moins en moins d'objets possédés avec l'âge
  - Les hauts revenus possèdent plus d'objets que les bas revenus (18,4 ≥ 3 500 €/mois VS 12,8 <1500€/mois)
  - Plus il y a d'enfants dans un foyer, plus il y a d'objets avec batteries Li-Ion

Journée Résonance

Calyxis

ÉTUDE QUANTITATIVE VOLUMES

- 16 objets avec Batt. Li-Ion par foyer
- 30 millions de foyers en France (2023)
- 2,18 personnes en moyenne par foyer

Environ 450 millions de batteries !

Hors véhicules électriques et batteries de stockage



Journée Résonance

ÉTUDE QUANTITATIVE CAUSES & RISQUES+



Décharge complète et stockage





Dispositif de recharge inadapté ou défaillant



Conditions d'usage ou de recharge



Chocs



Charges nocturnes



Charges sans surveillance

Journée Résonance

ÉTUDE QUANTITATIVE FOCUS

** Taux de possession*



99 % Smartphone



90 % Ordinateur



73 % Electroportatif



53 % Batt. externe



26 % Cigarettes



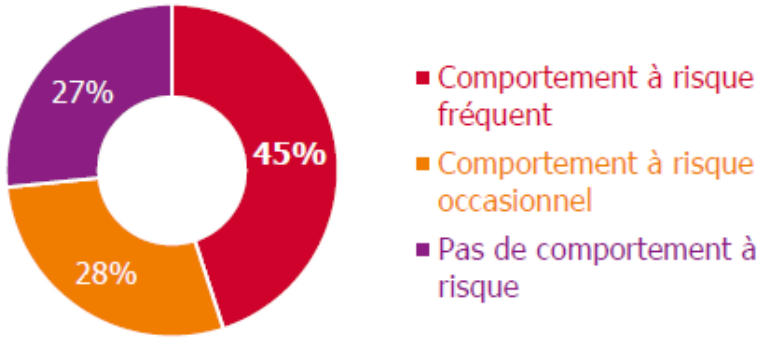
18 % Trottinettes

Journée Résonance

COMPORTEMENTS À RISQUES

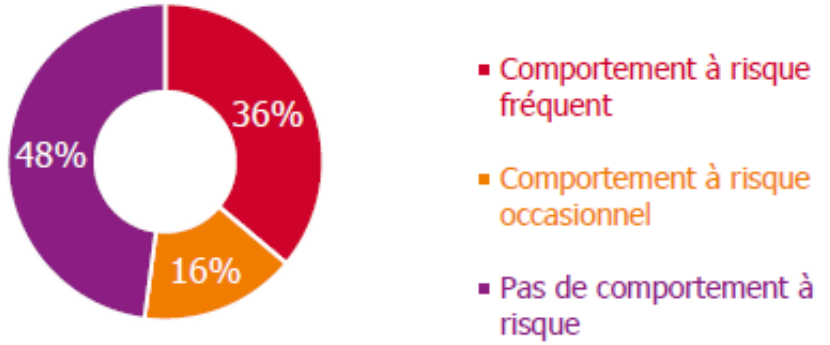
Décharge complète

Fréquence des comportements à risque pour une décharge complète



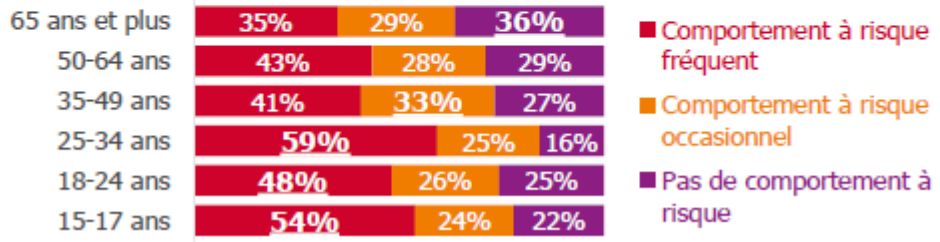
Chargeur # origine

Fréquence des comportements à risque de charge avec un autre chargeur

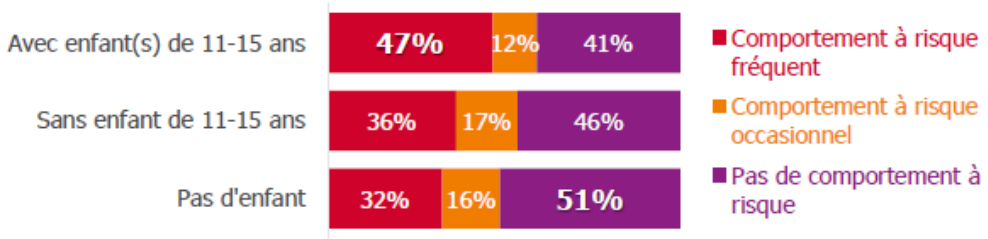


Les comportements à risque diminuent avec l'âge

Fréquence des comportements à risque pour une décharge complète selon l'âge



Fréquence des comportements à risque de charge avec un autre chargeur selon la présence d'enfants de 11-15 ans dans le foyer



Journée Résonance

COMPORTEMENTS À RISQUES

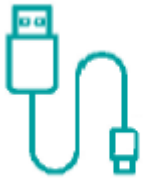
- **Charge la nuit**
  - 71% des Français rechargent leur trottinette électrique et leur smartphone la nuit
  - 1 Français sur 4 recharge toujours son smartphone pendant la nuit



- **Charge en cas d'absence du propriétaire**
  - 1 possesseur de trottinette électrique sur 4 recharge souvent son objet en son absence
  - Entre 1 et 2 Français sur 3 rechargent leurs dispositifs en leur absence (selon l'objet)



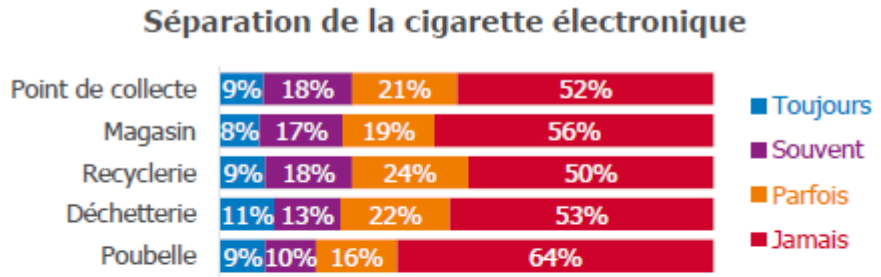
- **Charge sur le port USB d'un ordinateur**
  - 1 Français sur 2 recharge son smartphone et sa cigarette électronique sur le port USB de leur ordinateur
  - 25% des Français interrogés rechargent leur vélo électrique sur un port USB d'ordinateur
  - 30% des Français interrogés rechargent leur trottinette électrique sur un port USB d'ordinateur

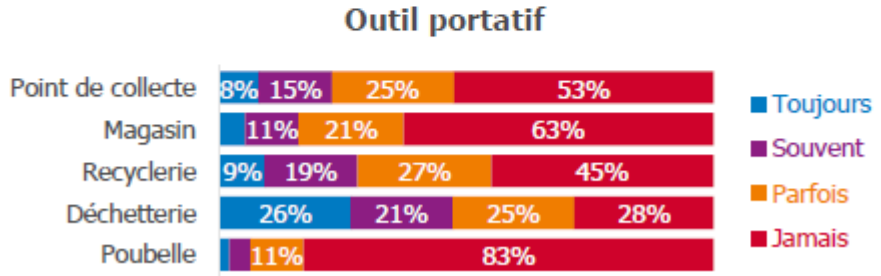




Journée Résonance

Séparation /fin de vie

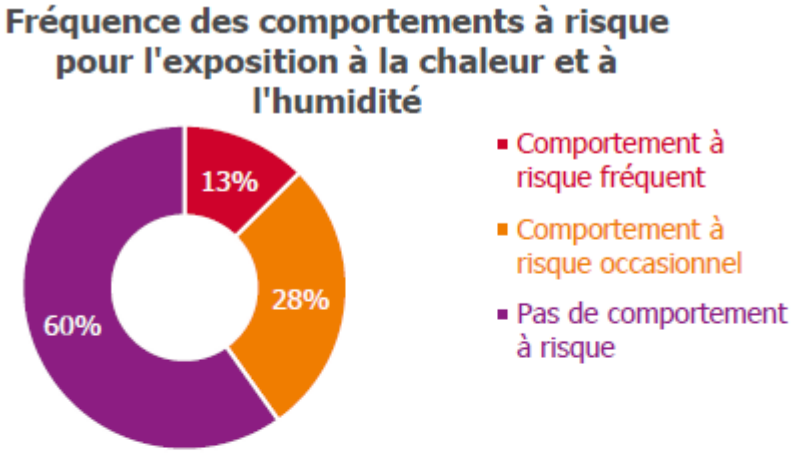


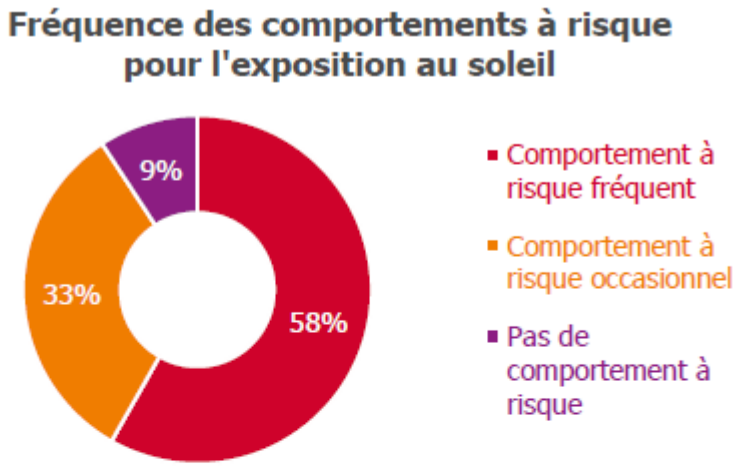


- **La cigarette électronique et la trottinette sont les objets les plus jetés à la poubelle**
- **Les outils sont les objets les plus déposés en déchetterie**

COMPORTEMENTS À RISQUES

Exposition à la chaleur, à l'humidité et au soleil





- Les Français évitent majoritairement d'exposer leurs objets à la chaleur et à l'humidité et au soleil
- L'ordinateur portable est l'objet le moins exposé (18%)
- Les 2 objets de mobilité sont les plus exposés à ces conditions

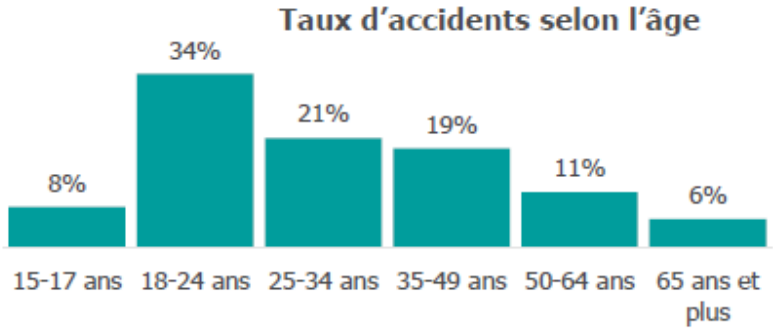
- **Les comportements à risque diminuent avec l'âge**
- **Les comportements à risque sont plus fréquents dans les très grandes villes**
- **Les comportements à risque sont plus fréquents chez les personnes en emploi**

Journée Résonance

INCIDENTS ET ACCIDENTS

DES ACCIDENTS ASSEZ FRÉQUENTS

- **16% des répondants ont déjà été victimes d'un incident ou accident avec une batterie Li-Ion**
- Ce taux est plus élevé :
  - **Chez les jeunes adultes**



  - Chez les personnes **ayant des enfants** (20% VS 14% sans enfant)
  - Chez les personnes **chargeant leurs objets avec un chargeur n'ayant pas les mêmes caractéristiques** que celui d'origine : fréquemment 22% d'accident, occasionnellement 21%, jamais 10%
  - Chez les personnes **laissant leurs objets dans un lieu exposé à la chaleur et à l'humidité** : fréquemment 31% d'accident, occasionnellement 19%, jamais 12%
  - Chez les personnes **laissant leurs objets directement exposés au soleil**: fréquemment 41% d'accident, occasionnellement 17%, jamais 12%

L'exposition au soleil semble avoir le plus d'impact sur l'accidentologie

© Calyxis – Tous droits réservés - Juin 2024

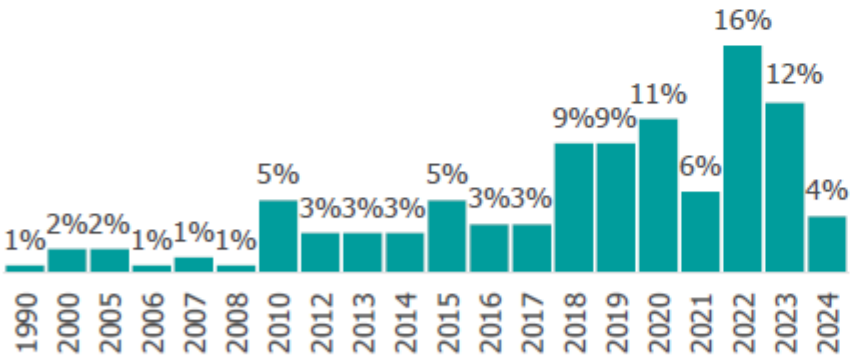
INCIDENTS ET ACCIDENTS

11 % des victimes ont été blessées **25 %** d'entre elles ont eu recours aux urgences

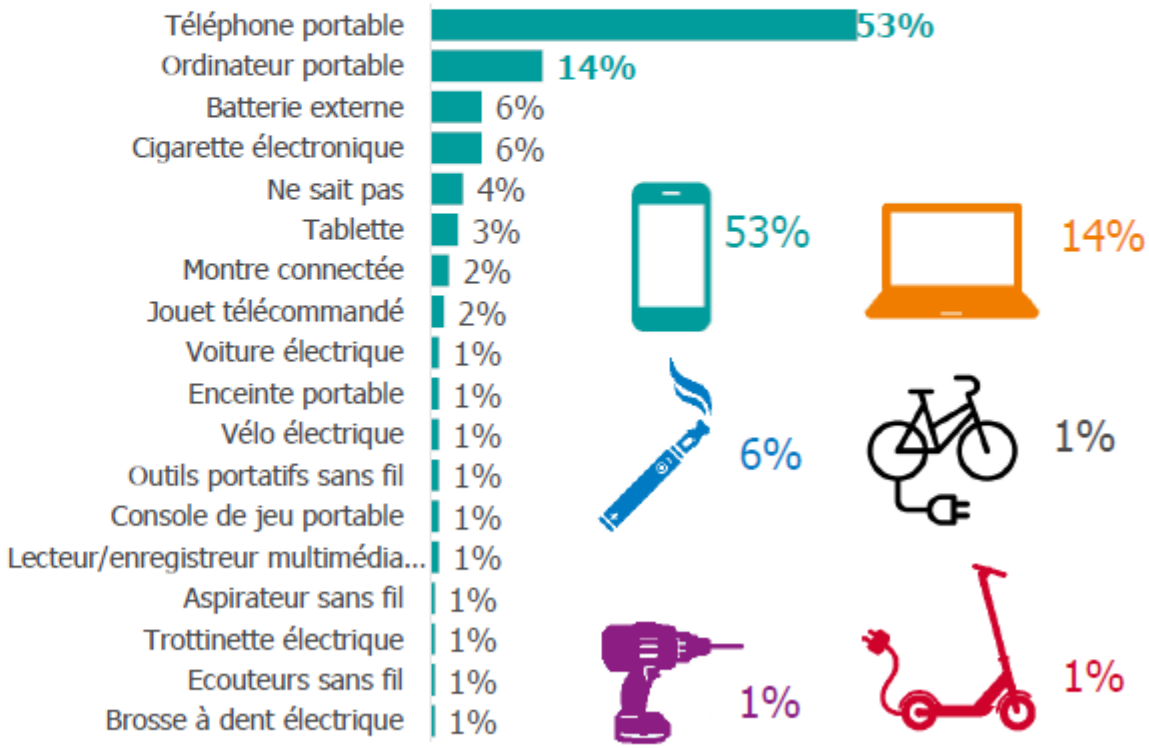
CIRCONSTANCES DES ACCIDENTS

- **162 victimes + 11 connaissances pour lesquelles le répondant à de bons souvenirs**
- **Des accidents assez récents : biais de mémoire**

Répartition des accidents selon l'année de l'accident



- **Majoritairement avec des téléphones portables, produit le plus utilisé**



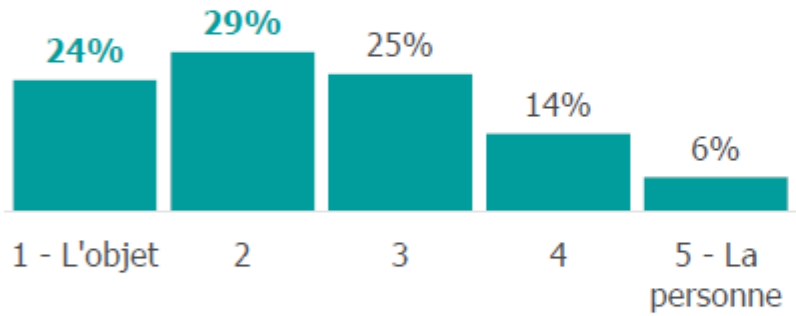
Journée Résonance

© Calyxis – Tous droits réservés - Juin 2024

INCIDENTS ET ACCIDENTS

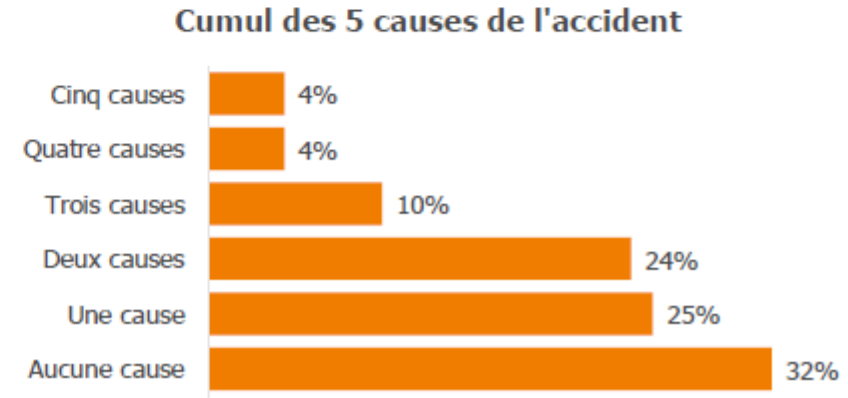
RESPONSABILITÉ ET CAUSES POSSIBLES DES ACCIDENTS

- **Note moyenne de 2,5 donc plutôt une responsabilité de l'objet et donc de sa batterie**



- **Pas d'effet des caractéristiques des répondants sur la note de responsabilité**

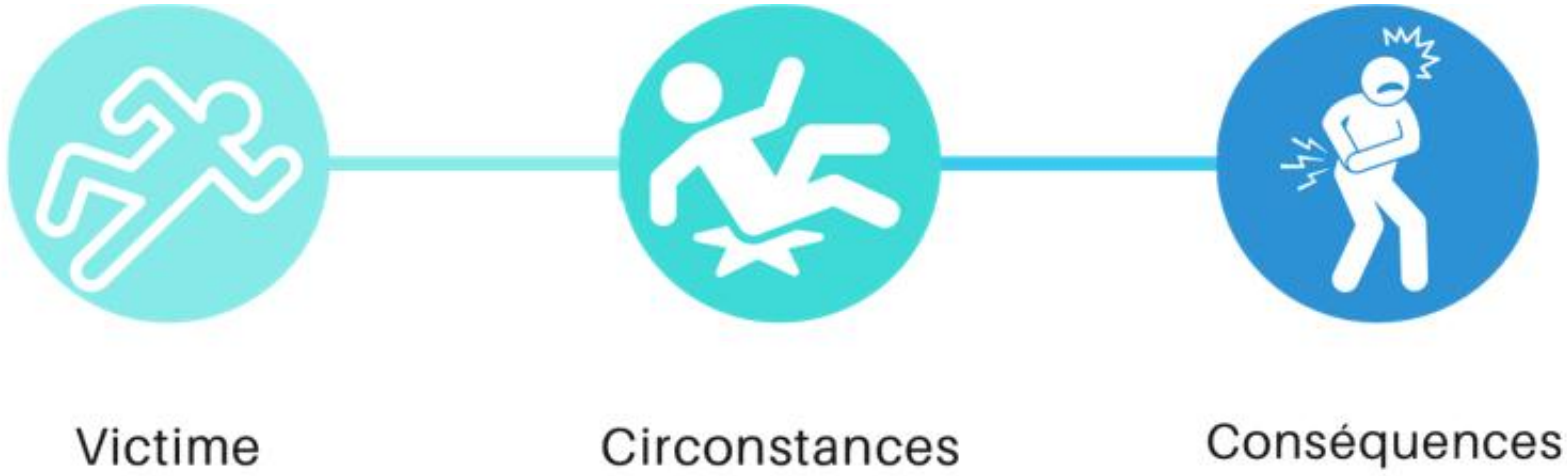
- **Causes possibles :**
  1) Batterie en charge : 41%
  2) En charge avec un autre chargeur que celui fourni sans les mêmes caractéristiques : 5% (un autre chargeur que celui fourni mais avec les mêmes caractéristiques : 27%)
  3) Objet utilisé : 34%
  4) Batterie ayant subie une chute ou un choc : 27%
  5) Batterie ayant été exposée à de fortes chaleurs lors de l'utilisation ou du stockage : 31%



Journée Résonance

© Calyxis – Tous droits réservés - Juin 2024

ÉTUDE QUALITATIVE

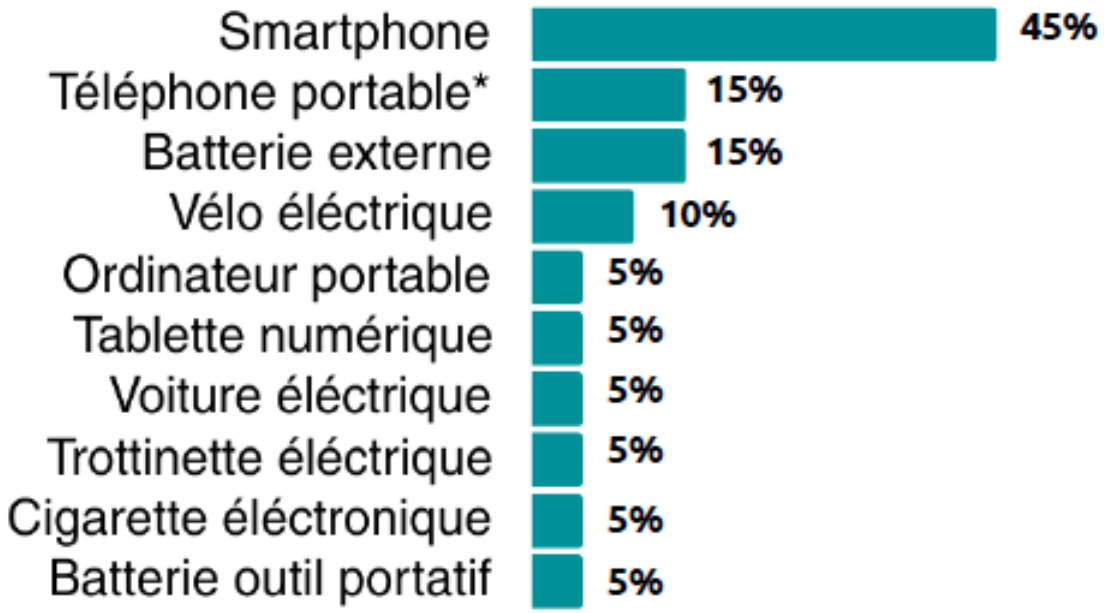


Journée Résonance

ÉTUDE QUALITATIVE

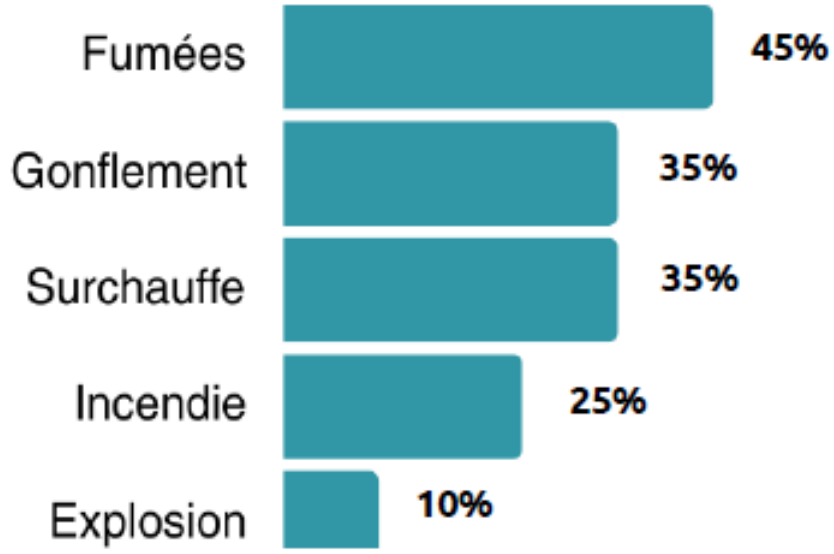
Objets concernés





Conséquences





Journée Résonance

ÉTUDE QUALITATIVE

4 grands personas construits à partir de données réelles étudiées lors de l'entretien



"Les bouleversés"



"Les désabusés"



"Les accablés"



"Les relativistes"

Journée Résonance

SENSIBILISATION & PRÉVENTION



UNE COMMUNICATION CLAIRE, ACCESSIBLE ET VISIBLE

- Informations sur les dangers et les bonnes pratiques d'utilisation à adopter
  - Lors de l'achat de l'appareil
  - Dans/sur les boîtes d'emballages des appareils
  - Vidéos courtes sur les réseaux sociaux
  - Messages de prévention diffusés par les assureurs



CAMPAGNE NATIONALE PERCUTANTE ET RÉCURRENTE

- Illustrer les dangers liés aux batteries
- Diffuser des témoignages de victimes
  - Vidéos diffusées à la télévision, sur les réseaux sociaux, Youtube, etc
  - Podcast et enregistrements audios

Journée Résonance

SENSIBILISATION & PRÉVENTION



SENSIBILISER LES JEUNES AUX DANGERS DES BATTERIES LI-ION

- Développer des programmes éducatifs au sein des établissements scolaires
- Diffuser des contenus pédagogiques sur les réseaux sociaux
- Les parents : acteurs et relais dans la sensibilisation de leurs enfants



ASSURER LA SÉCURITÉ PAR LA RÉGLEMENTATION

- Renforcer les mesures de sécurité lors de la fabrication des appareils et des batteries
- Durcir les normes pour garantir la qualité et la sécurité des appareils et batteries commercialisés

Journée Résonance

SENSIBILISATION & PRÉVENTION



Qu'ont fait les victimes de leurs objets détériorés ?

Sur les 23 objets en cause dans un accident/incident lié aux batteries Li-Ion :

- **13 ont été jétés** par les victimes (déchetterie, poubelles ménagères)
- **4 ont été renvoyés** auprès des fabricants pour expertise
- **6 ont été conservés** par les victimes dont :
  - **3** pour lesquels la batterie a été remplacée
  - **1** pour sensibiliser les proches sur les dangers
  - **1** en attente de l'expertise par l'assurance
  - **1** non réparé qui est de temps en temps utilisé

"J'ai gardé mon téléphone pour montrer à mon entourage ce qu'il m'était arrivé avec la batterie. Regardez je vais vous le monter [...] on voit que c'est bien gonflé à l'arrière."

"Je me suis même pas posé la question, je me suis tout de suite débarassé de mon téléphone !"

"Pour moi c'était pas concevable de jeter ma tablette juste parce que la batterie avait gonflé [...] j'ai changé la batterie et elle fonctionne toujours !"

POUR FINIR

- Beaucoup, beaucoup de batteries en circulation !
- Incidents et accidents réels et non exceptionnels
- Connaissances insuffisantes sur les risques
- Comportements fréquemment inadaptés
- Informations trop rares
- Sans gros accident, peu d'évolution des comportements !



Urgent de développer la culture de ce risque !

Freins : transition vers l'électrique / pas de maîtrise de la chaine de production / peu de contrôles /…

Journée *Résonance*

19.11.2026

Organisé par la Fondation MAIF



Sylvain LANGER

Directeur Office de Tourisme PAU

TÉMOIGNAGE INCENDIE : 5 MIN QUI ONT CHANGÉ MA VIE

fondation MAIF pour la recherche

Un risque bien réel

Sud Ouest
https://www.sudouest.fr › Pyrénées-Atlantiques › Pau

Incendie à Pau Pyrénées Tourisme : « Au moment où je ...

16 déc. 2022 — Une semaine après l'**incendie** qui a ravagé ses bureaux, le 8 décembre 2022, l'équipe de l'**office Pau** Pyrénées **Tourisme** poursuit sa mission ...

La République des Pyrénées
https://www.larepubliquedespyrenees.fr › ... › Incendie

Pau : une explosion déclenche un incendie à l'office de ...

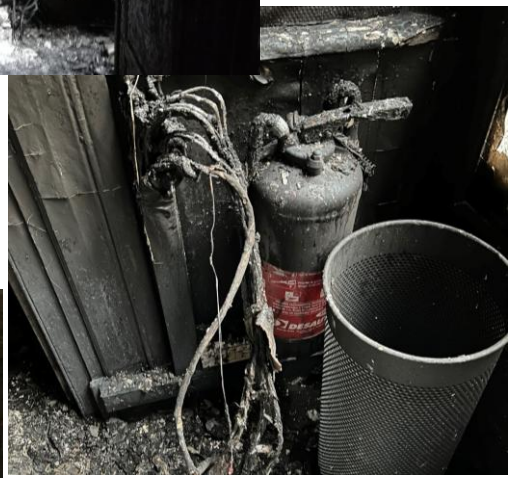
8 déc. 2022 — Vers 16h45, une explosion - peut-être due à une batterie - a eu lieu au premier étage de l'**office de tourisme** de **Pau** Pyrénées, place Royale.

ici.fr
https://www.ici.fr › ... › Pyrénées-Atlantiques › Pau

Incendie à l'office de tourisme de Pau : le secteur de l'Hôtel ...

8 déc. 2022 — **Un début d'incendie s'est déclaré au premier étage de l'office de tourisme de Pau** ce jeudi 8 décembre. Tout un périmètre autour des locaux et de ...

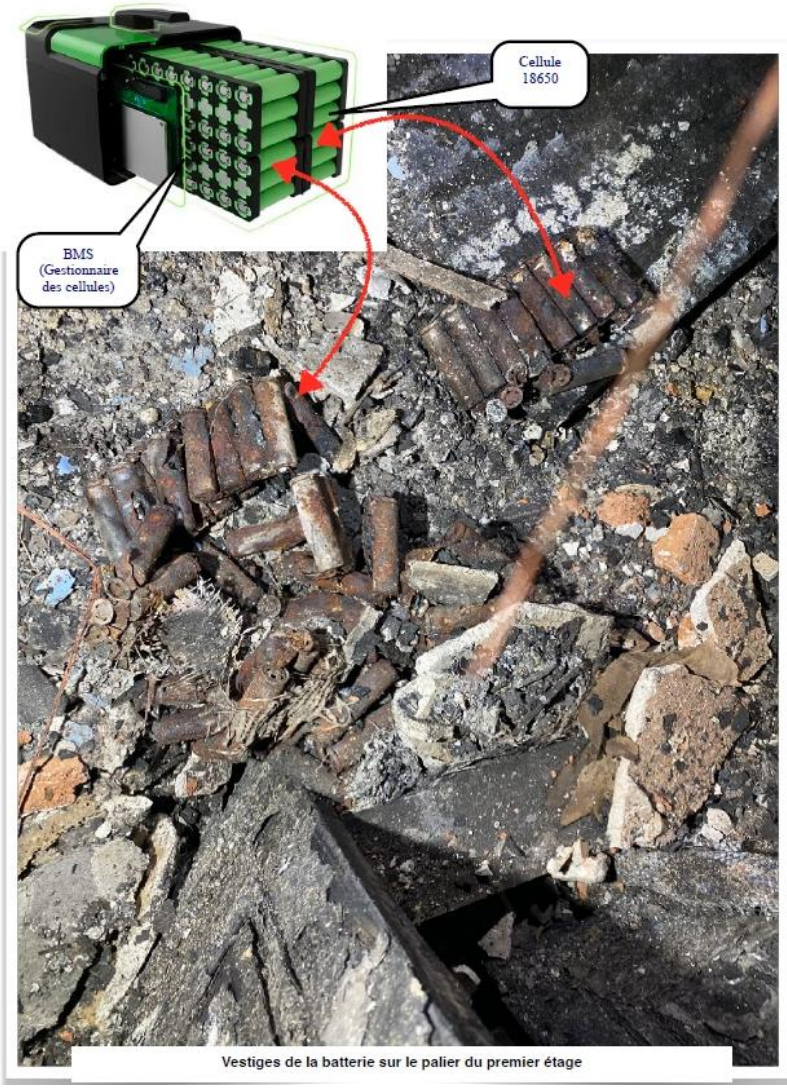












Vestiges de la batterie sur le palier du premier étage

Journée Résonance | 19.11.2026
Organisé par la Fondation MAIF

Projet : Batteries lithium-ion - prévention et protection



Mélanie AUFFAN



Directrice de Recherche
CNRS - CEREGE

Mathieu BERTRAND



Commandant
Chef de
Centre d'incendie et
de Secours - SDIS49

Virginie DREAN



Directeur de Projet R&I
Efectis

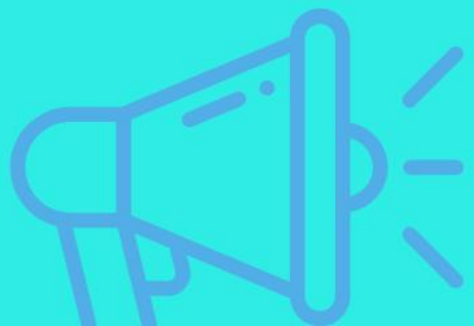
Thomas ROGAUME



Professeur des
Universités,
Univ de Poitiers
Institut Pprime

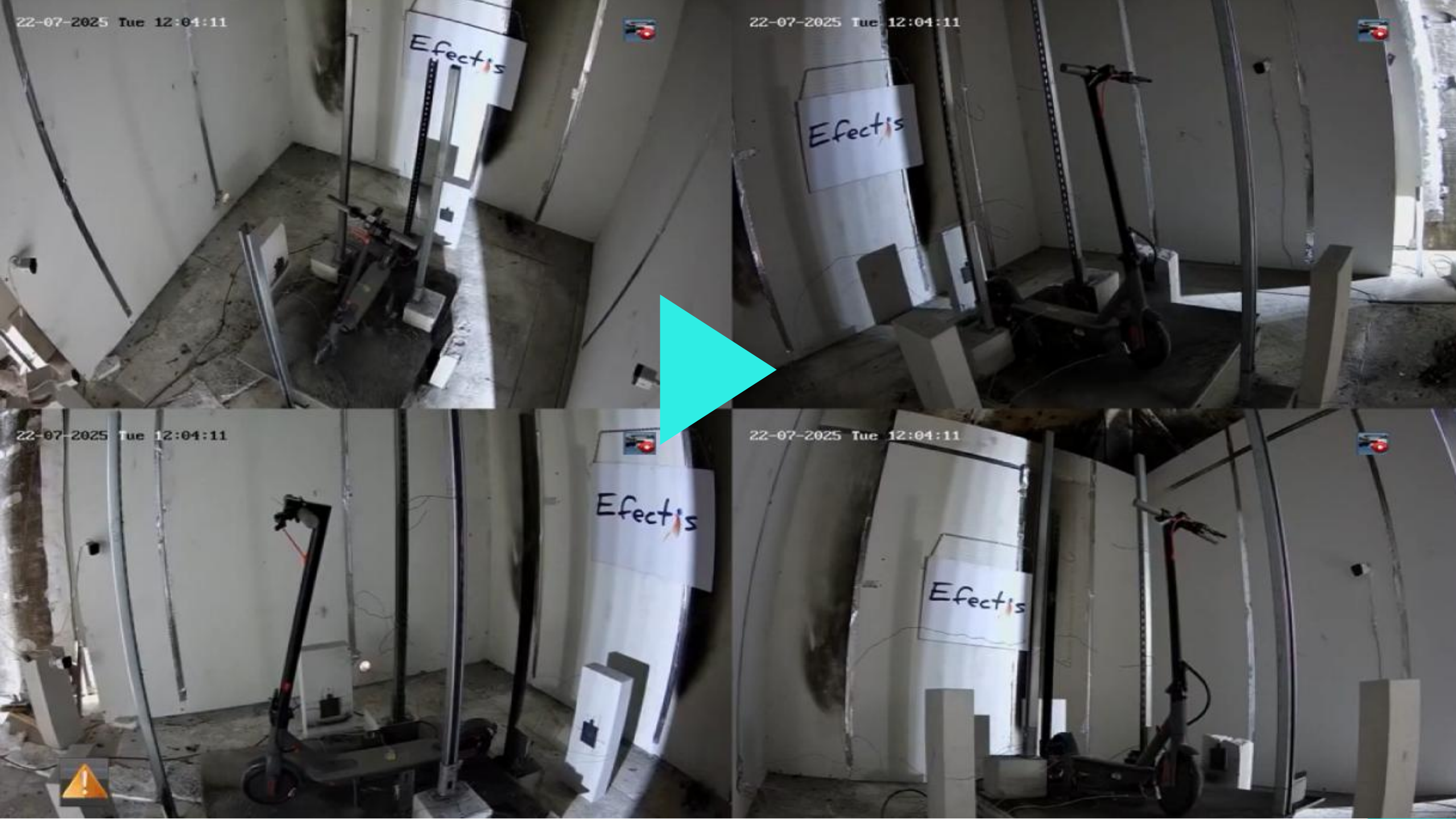


COMPRENDRE POUR AGIR :
ANATOMIE D'UN EMBALLEMENT THERMIQUE

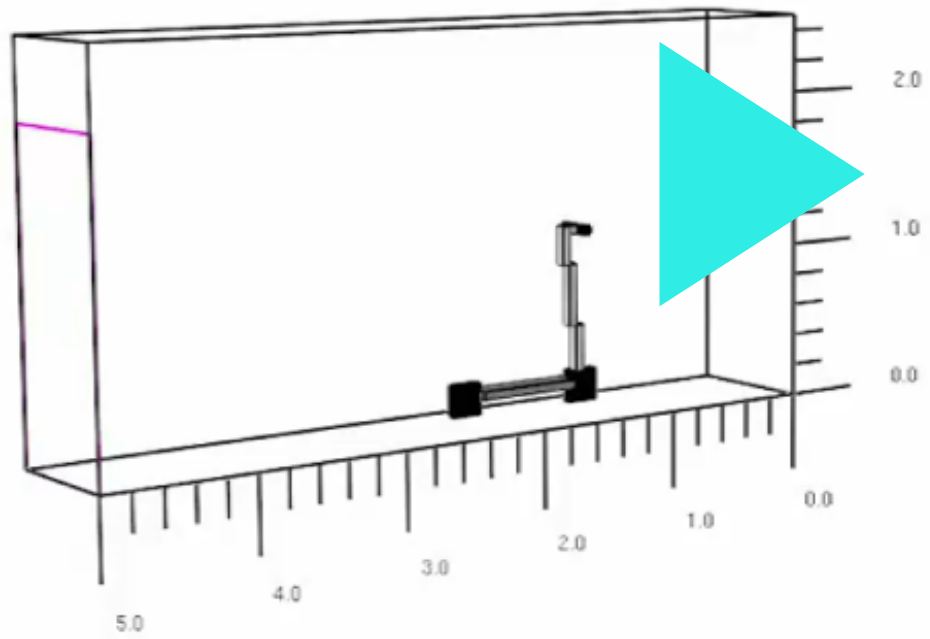


fondation MAIF pour la recherche




22-07-2025 Tue 12:04:11
Efectis
22-07-2025 Tue 12:04:11
Efectis
22-07-2025 Tue 12:04:11
Efectis
22-07-2025 Tue 12:04:11
Efectis


01-15-2004 Jeu 00:51:05
EST



Slice
temp
°C

100
92.0
84.0
76.0
68.0
60.0
52.0
44.0
36.0
28.0
20.0

32

HRR: 0.0 W
0:00:00.0

mesh: 1

Journée *Résonance* | 19.11.2026 | Organisé par la Fondation MAIF

Projet : Batteries lithium-ion - prévention et protection





Mélanie AUFFAN

Directrice de Recherche
CNRS - CEREGE



Mathieu BERTRAND

Commandant
Chef de
Centre d'incendie et
de Secours - SDIS49



Virginie DREAN

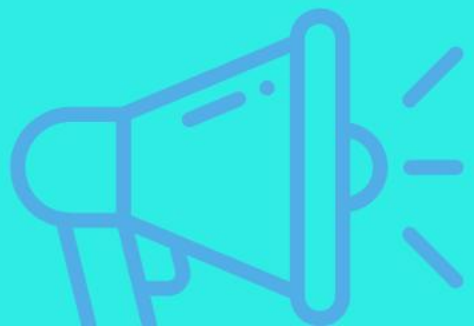
Directeur de Projet R&I
Efectis



Thomas ROGAUME

Professeur des
Universités,
Univ de Poitiers
Institut Pprime

QUESTIONS / RÉPONSES



fondation MAIF pour la recherche

Journée *Résonance*

19.11.2026

Organisé par la Fondation MAIF

Projet : Caribalilu & Camion Lance

Gilles DEVANTOY



Commandant Chef du groupement analyse et prospective SDIS 95

Hervé MENEZ



Expert Maritime - Bataillon Marins Pompiers de Marseille

Yannick PIZZO



Ingénieur de Recherche au CNRS
Expert de Justice
Laboratoire IUSTI Marseille

NOS USAGES FACE AU RISQUE
ERREURS ET SOLUTIONS CONCRÈTES

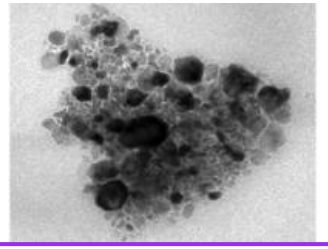
fondation MAIF pour la recherche

Le consortium, complémentarité des compétences…

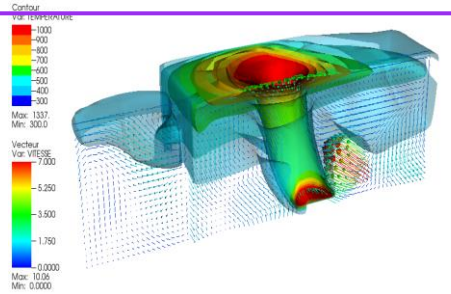
Equipe dynamique des feux
Dev. expérimentaux spécifiques sur les feux (Plateforme AMU)
Y. Pizzo, D. Brutin, T. Schierfling
A. Madfai



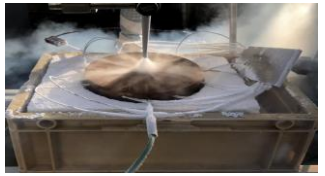
Equipe Environnement durable
Analyses physico-chimiques
M. Auffan, L. Banks



Dev. d'outils de simulation d'emballement et lutte sur les batteries Li-Ion
B. Porterie, P. Pouschat, T. Porterie



Dev. technique de lutte par apport de fluide cryogénique
G. Cecchini, O. Matile, A. Poirier



Division études
Expérience opérationnelle
H. Menez (BMPM), P. Worytko,



Le projet CARIBALILU, avec pour objectifs…

Caractérisation de l'emballement thermique (IUSTI)

- Causes et conséquences…
- Influence électrolyte, SOC, température, technique d'emballement…

Développement et validation d'outils numériques (INNODEV)

- Détermination de paramètres représentatifs (chaleur de combustion, coefs stœchiométriques, combustible équivalent…)
- Evaluation du risque

Développement d'une technique de lutte novatrice (IUSTI / Air liquide)

Caractérisation du risque physico-chimique (CEREGE)

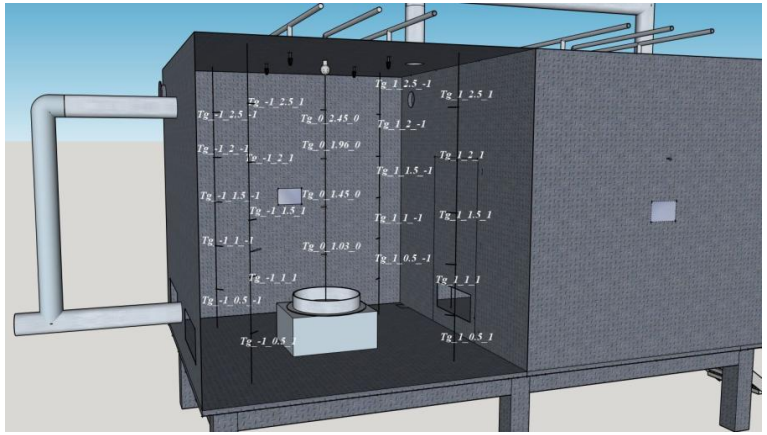
Essais abusifs



Instrumentation (DIAMAN)

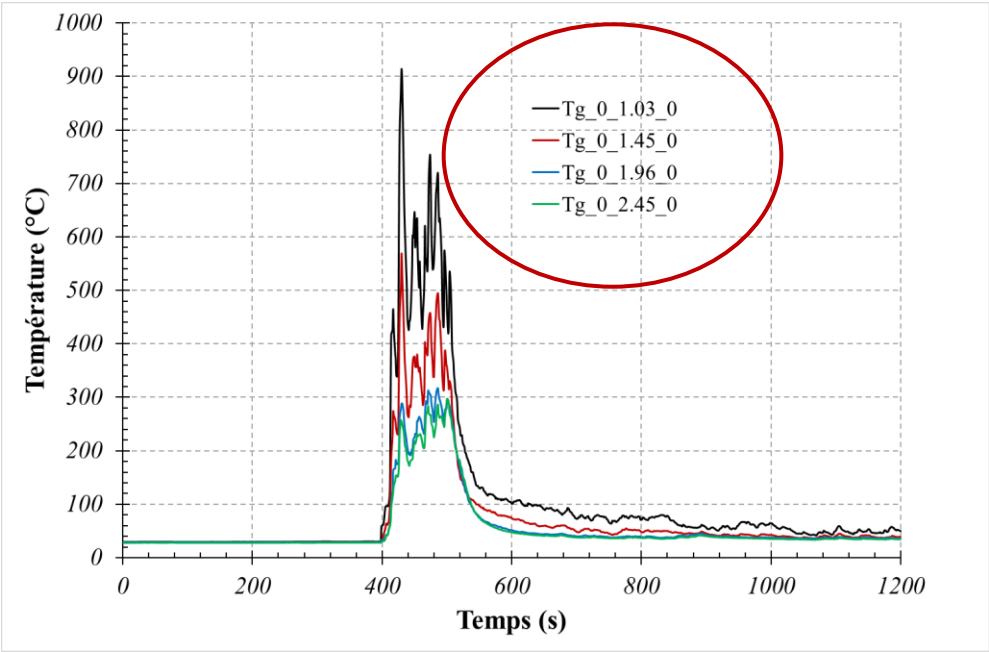
- Balance de précision
- Fluxmètres totaux refroidis
- Analyseur de gaz
- Capteur de pression
- Tubes de Pitot
- Caméra IR
- Caméra visible

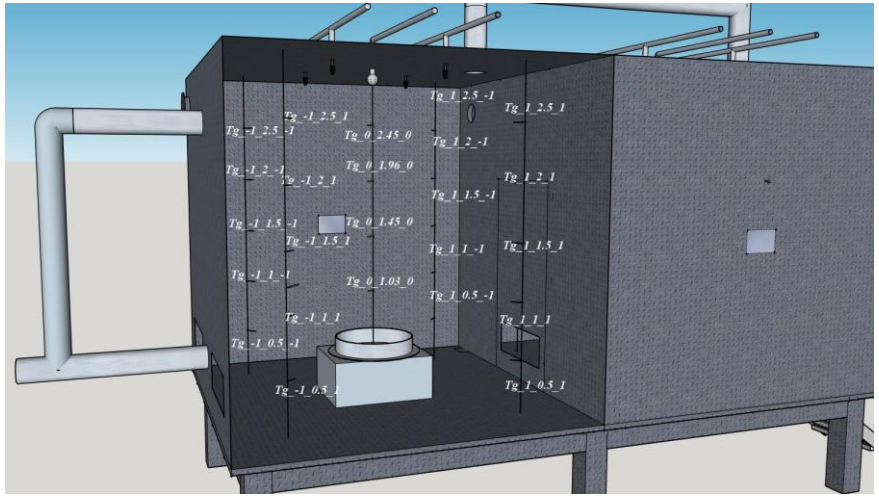




Essais abusifs

Exemple de résultats, dans le dispositif DIAMAN de 27 m³
96 cellules « porte ouverte »



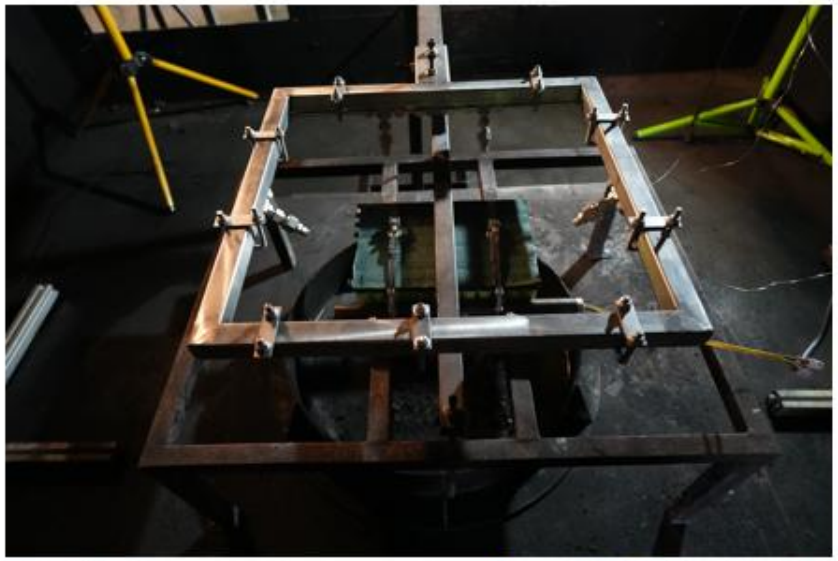




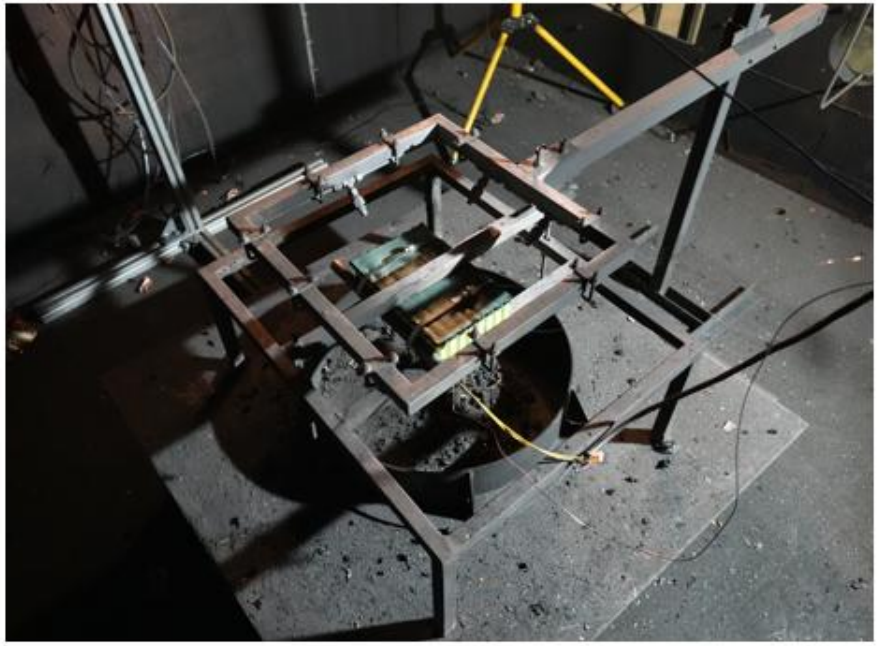
Journée Résonance



Développement d’une technique de lutte par cryogénie









Journée Résonance

Développement d'une technique de lutte par cryogénie

Essai 3
À 30s d'emballement,
lutte pendant 150 s

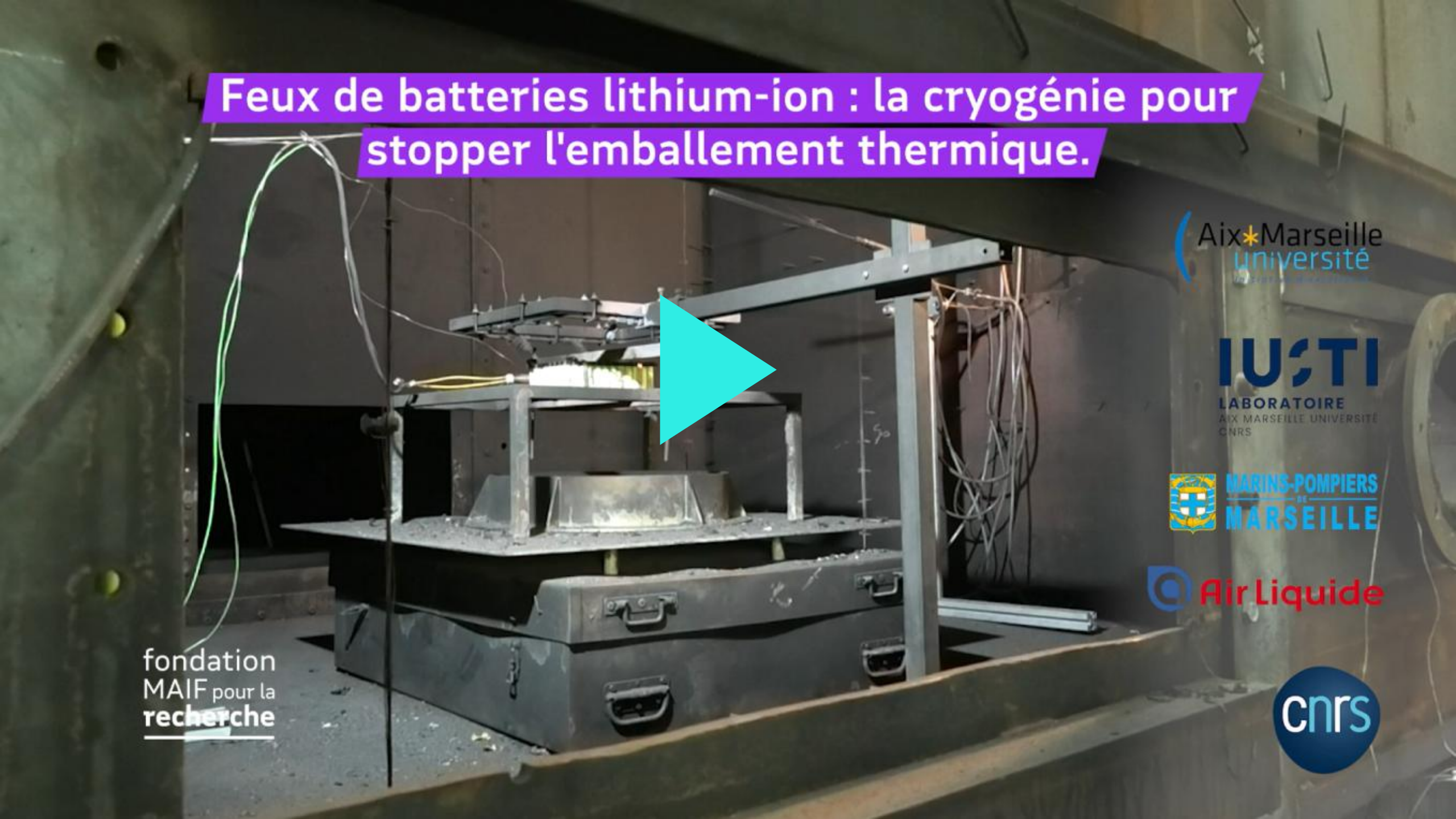


Extinction



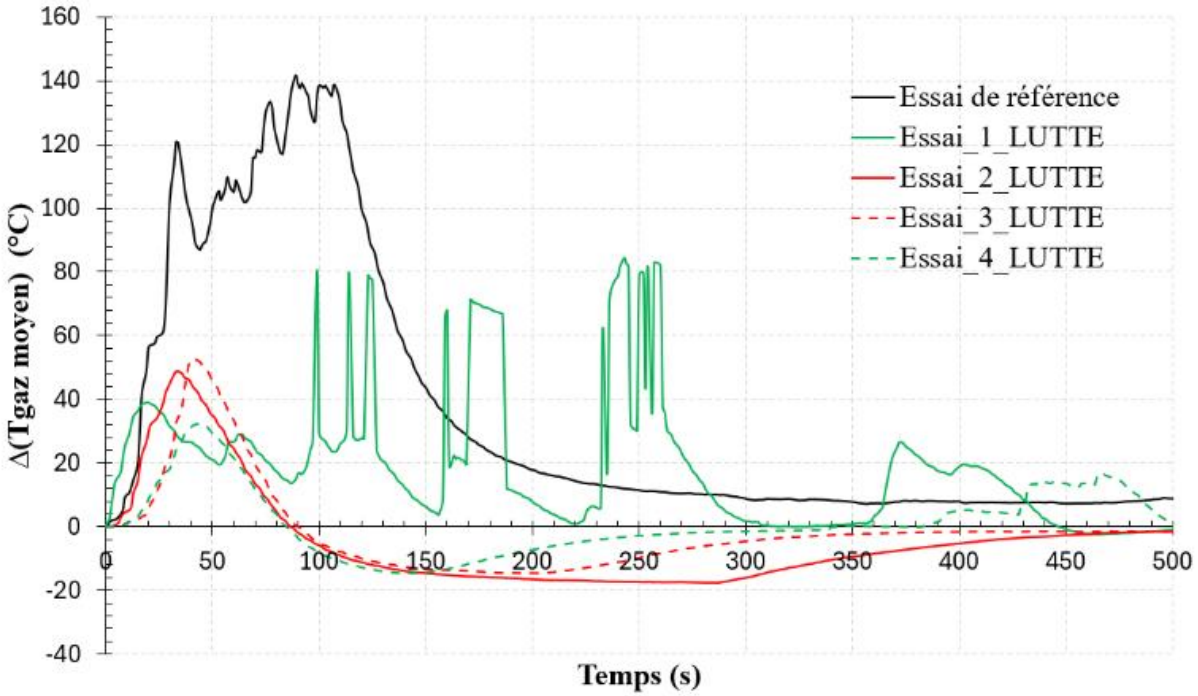


Journée Résonance


Feux de batteries lithium-ion : la cryogénie pour stopper l'emballement thermique.
Aix*Marseille université
IUSTI
LABORATOIRE
AIX MARSEILLE UNIVERSITÉ
CNRS
MARINS-POMPIERS DE MARSEILLE
Air Liquide
fondation MAIF pour la recherche
cnrs

Développement d’une technique de lutte par cryogénie

Essai N°	Délai avant lutte (s)	Itérations et durée de lutte	Perte de masse (kg)	Nombre de cellules correspondant
1	30	6 × 30 s	1,43	96
2	30	4 min	0,53	34
3	30	2 min 30	0,37	24
4	30	1 min 30 puis 2 × 2 min 30	1,21	78



Journée Résonance

Développement d'une technique de lutte par cryogénie

Conclusion des essais de lutte

- Efficacité globale du CO_2 liquide (flamme et refroidissement des cellules)
- Lutte ciblée
- Configuration d'essai pourtant défavorable
- Enjeux normatifs (foyer de référence)
- Perspectives : préinstallation dans un casing, optimisation du système d'application…

Feux de VL thermiques



30 min — **Durée moyenne d'extinction**

x 6 — **Nombre de SP nécessaires**

UN fourgon incendie

3 000 L — **Quantité d'eau utilisée (max.)**

VS

Feux de VE / VHE avec emballement thermique
(et sans présence de trappe thermo fusible)



13 Hours — **20 mars 2023 :** feu d'utilitaire électrique avec emballement thermique à Gonesse.
Durée d'intervention : **12h46'** dont 3h14' d'extinction

Entre 9 à 13 — **Nombre de SP nécessaires**

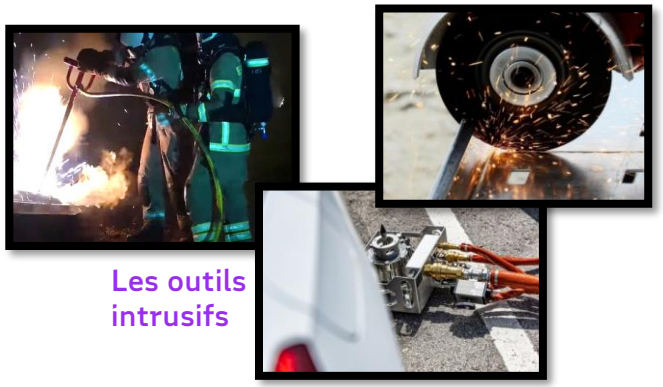
TROIS véhicules (en moyenne)

20 à 30 000 L — **Quantité d'eau utilisée (max.)**

Ce qui ne fonctionne pas face à un emballement thermique



Les couvertures / bâches



Les outils intrusifs





Les bennes d'immersion



La mousse





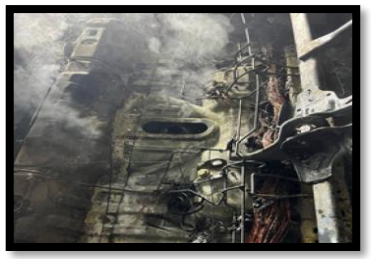
Les agents extincteurs (poudre, etc.)





Les coupe-circuits

Ce qui fonctionne



Trappe thermo-fusible (Firman Access, etc.) ou évent



Extinction avec une lance « classique » : mais intervention de longue durée et quantités d'eau +++



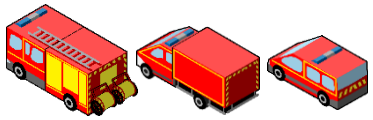
« Laisser brûler »

Une réponse innovante : La lance UHP perforante



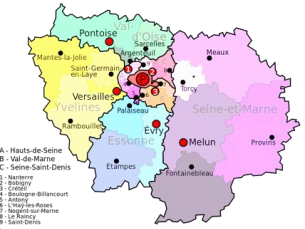
15 MIN — **Durée moyenne d'extinction + phase de surveillance (1 heure)**

x 9 — **Nombre de SP nécessaires**



TROIS engins

3 000 L — **Quantité d'eau utilisée (max.)**



Une réponse zonale





SDIS Essonne SAPEURS-POMPIERS









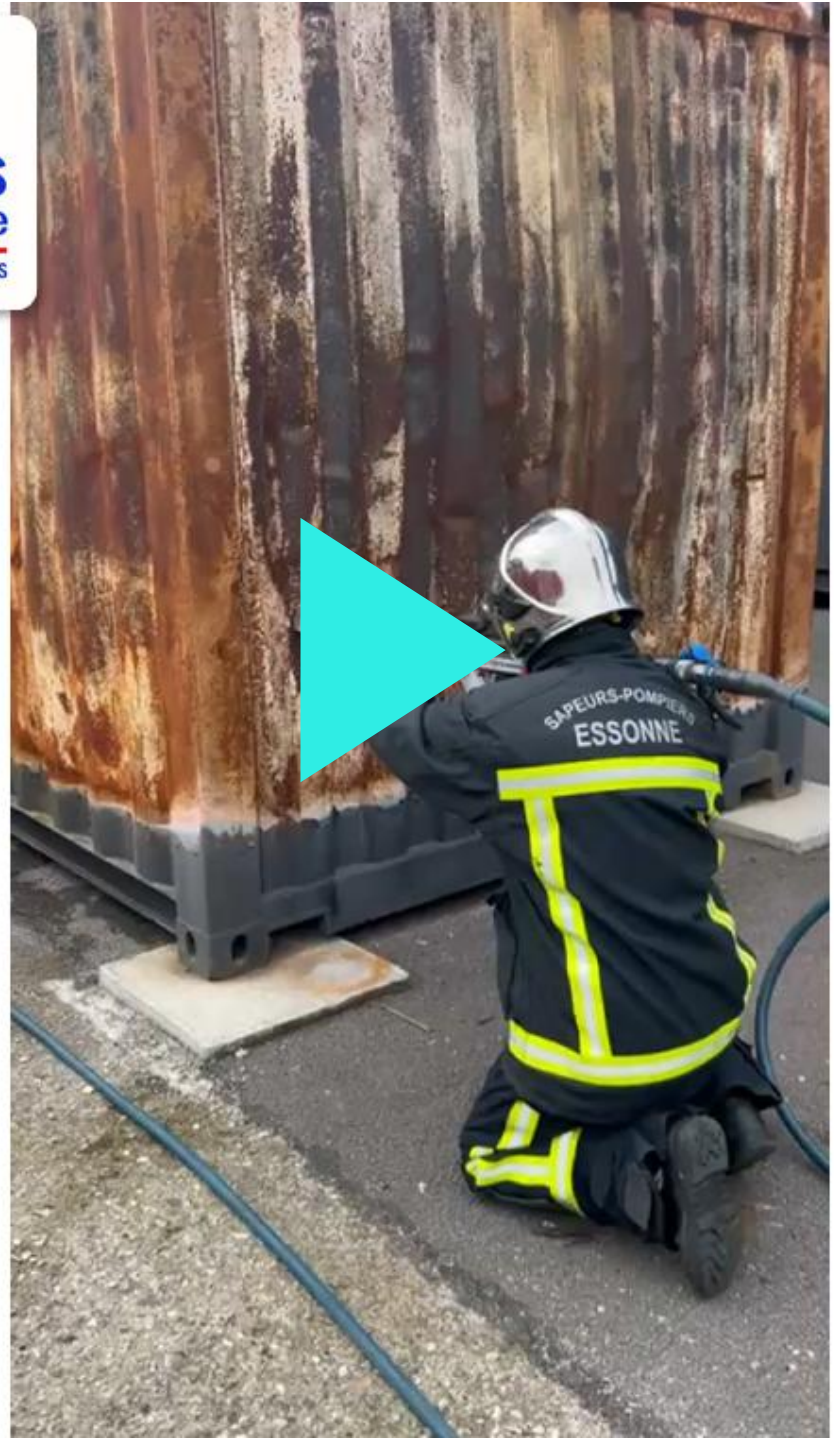




SDIS Essonne SAPEURS-POMPIERS



SDIS Essonne
SAPEURS-POMPIERS



Journée Résonance

Journée *Résonance*

19.11.2026

Organisé par la Fondation MAIF

Projet : Caribalilu & Camion Lance

Gilles DEVANTOY



Commandant Chef du groupement analyse et prospective SDIS 95

Hervé MENEZ



Expert Maritime - Bataillon Marins Pompiers de Marseille

Yannick PIZZO



Ingénieur de Recherche au CNRS
Expert de Justice
Laboratoire IUSTI Marseille

QUESTIONS / RÉPONSES

fondation MAIF pour la recherche

Journée *Résonance*

19.11.2026

Organisé par la Fondation MAIF

Projet : CONVEX

BS&A Blast solutions et associés

INSA INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES CENTRE VAL DE LOIRE

PRISME Laboratoire Pluridisciplinaire de Recherche Ingénierie des Systèmes, Mécanique, Énergétique

APEX SOLUTIONS THINKING OUT OF THE BOX

Isabelle SOCHET



Professeur des Universités, INSA CVL, laboratoire PRISME

Emmanuel LAPEBIE



Directeur Général d'APEX solutions

Alexandre PRUNIER



Responsable de l'ingénierie, Président Blast Solutions

MILIEUX CONFINÉS : DES RISQUES DÉMULTIPLIÉS

fondation MAIF pour la recherche

Des événements réels, des contextes variés

CONTEXTE | APEX SOLUTIONS

Extérieur



Extrait d’une compilation vidéo

Extérieur



Extrait « Jeep Wrangler »

Parking souterrain



Korea JoongAng Daily

Des illustrations du danger, pas une preuve de détonation ni une mesure du souffle.

Vidéos fournies | Sélection et timecodes en notes ; aucune qualification du régime de combustion

Quantifier un scénario, pas sa fréquence

Batterie → Emballement thermique

Gaz + air → Mélange inflammable

Inflammation → Combustion plus ou moins rapide

Explosion → Transition déflagration / détonation

Scénario étudié : détonation des gaz et propagation du souffle

Une étude des conséquences ; la probabilité de détonation reste à étudier.

Trois partenaires, des approches complémentaires

APEX solutions	PRISME / INSA	BS&A
Modélisation et simulation	Essais à l'échelle 1/24	Essais à l'échelle 1/2
Ernholla Marinasy Maroua Hedhli Emmanuel Lapébie Pierre Zarebski	Isabelle Sochet Nicolas Billois Antoine Faugaret	Alexandre Prunier Iago Lemos

Avec le soutien de la Fondation MAIF

Une référence commune pour comparer les effets

≈ 0,12

kg TNT / kWh

Hypothèse de référence
pour le scénario étudié

Exemple : 85 kWh

10,2 kg TNT équivalents

Référence expérimentale :
environ 9 à 10 kg à l'échelle 1

L'équivalent exact dépend de l'état de charge, des gaz présents et de leur participation à l'explosion.

Une maquette pour observer et mesurer le souffle

PETITE ÉCHELLE | PRISME / INSA CENTRE-VAL DE LOIRE



1/24

20 capteurs de pression

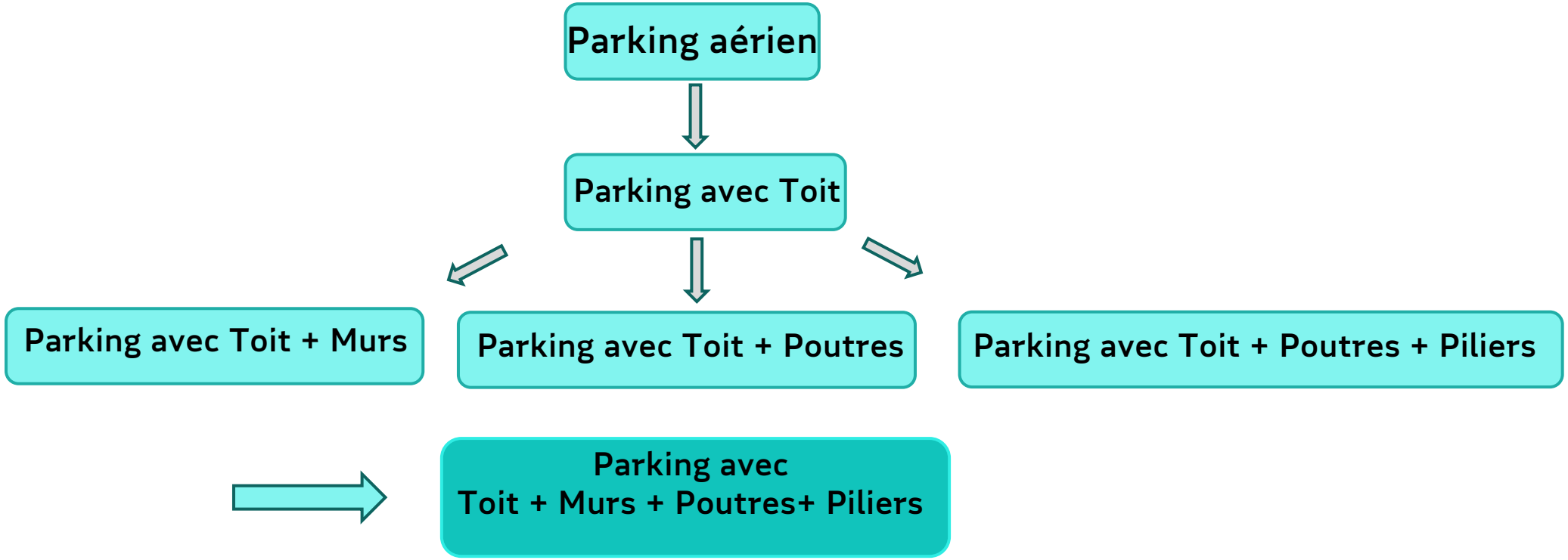
16 000 images/s

Une source gazeuse modèle pour reproduire les effets de souffle, pas des gaz réels de batterie.

PRISME | Modèle fourni, diapositives 3–5 ; rapport S1

Configurations étudiées

Echelle 1/24 ⟹ R0 = 0.06 m ($m = 0.638\ g$) => 9 kg TNT échelle 1



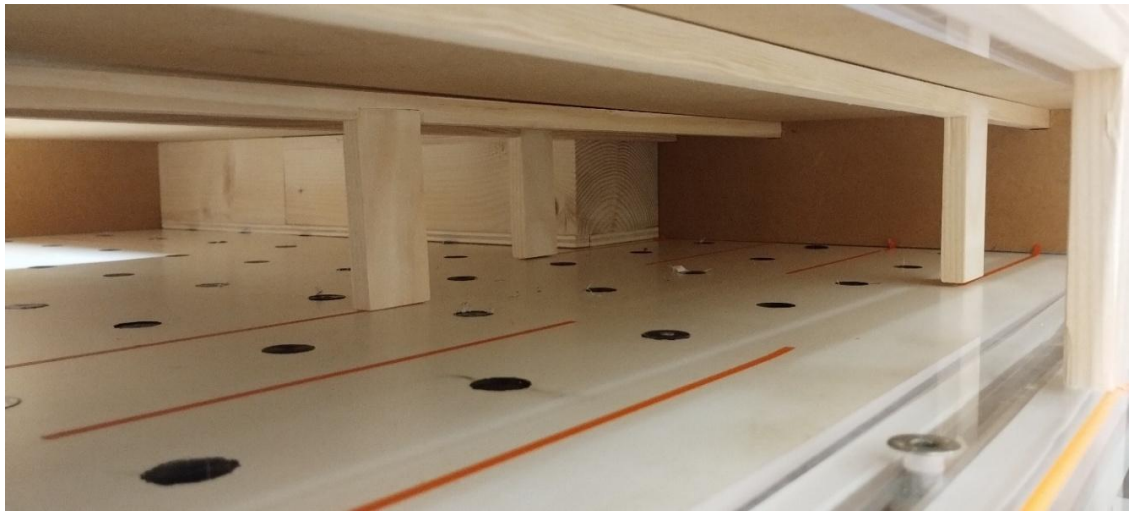
Des configurations de complexité croissante, pour une compréhension approfondie des phénomènes.

PRISME | Modèle fourni, diapositives 3–5 ; rapport S1

Faire varier un paramètre à la fois



Du parking aérien…



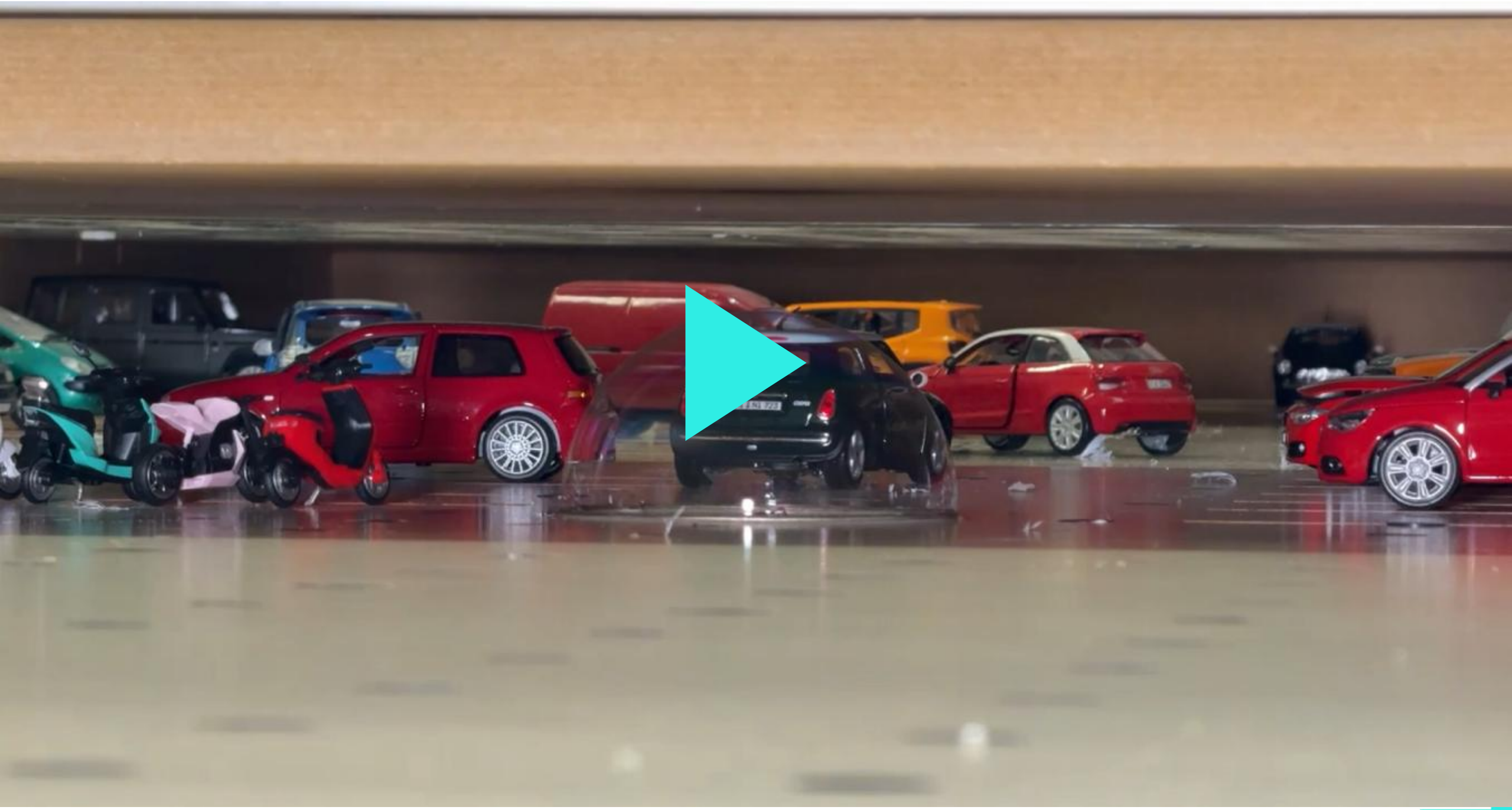
…au parking couvert et obstrué

3 positions de source

0 / 50 / 100 % occupé

Toit, murs, poutres, piliers

Même maquette, même instrumentation : isoler les effets de chaque configuration.

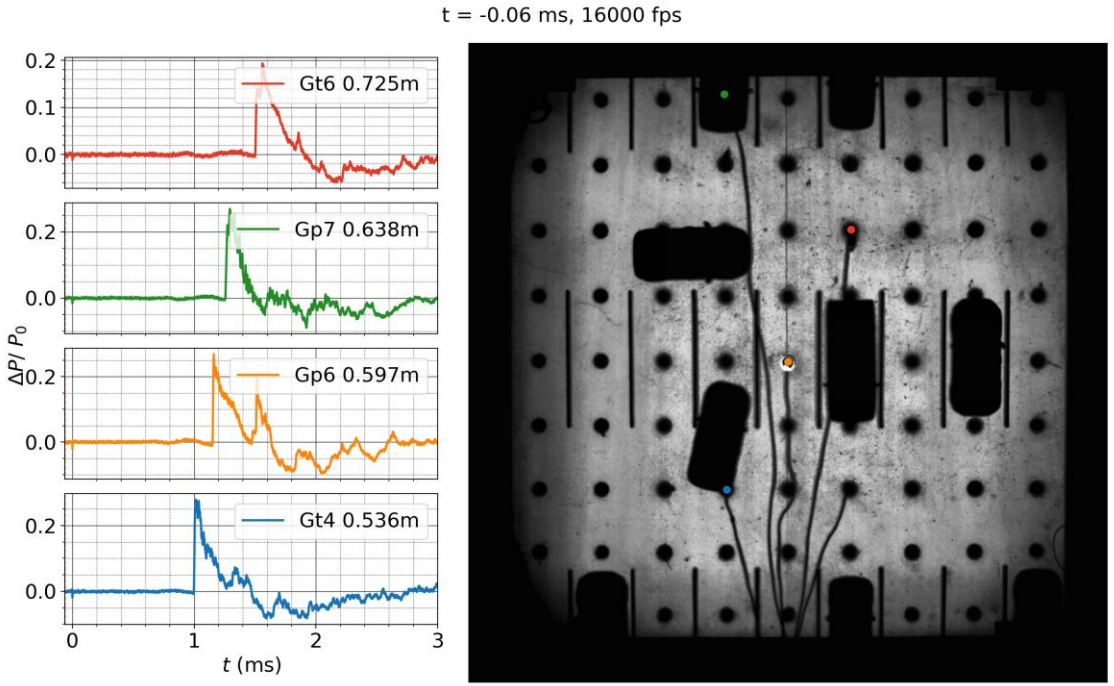


Le toit est le facteur prépondérant

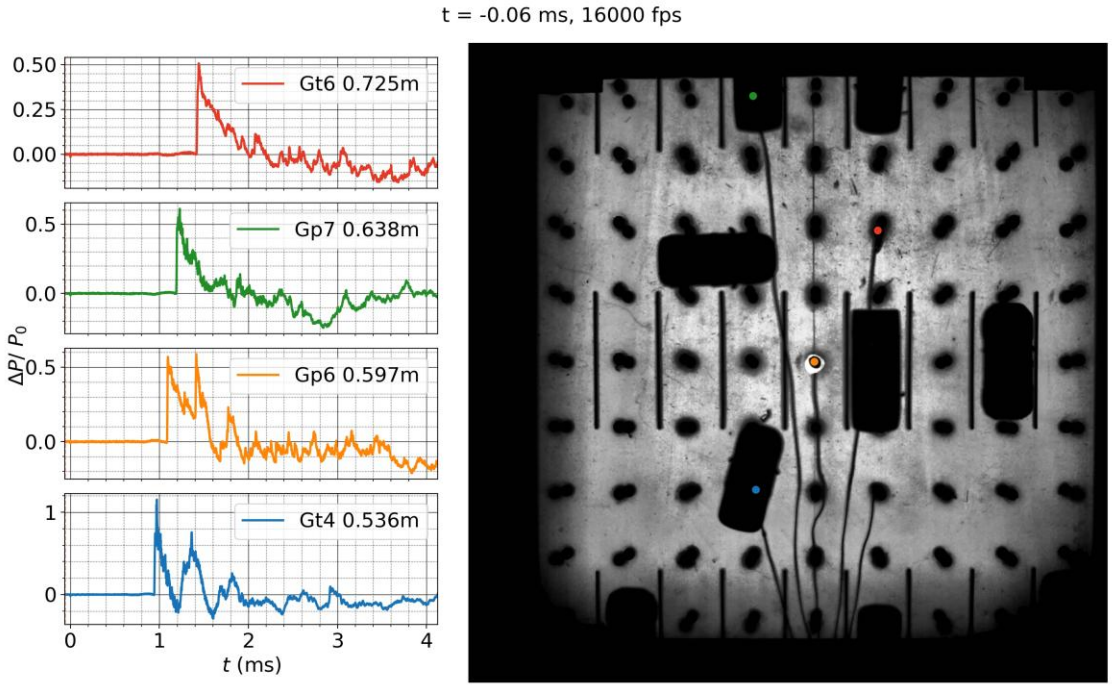
PETITE ÉCHELLE | PRISME / INSA CENTRE-VAL DE LOIRE

Surpressions plus élevées ; pression positive plus durable.

PARKING AÉRIEN



TOIT SEUL



Expansion limitée par le toit → réflexions → souffle renforcé

Journée Résonance

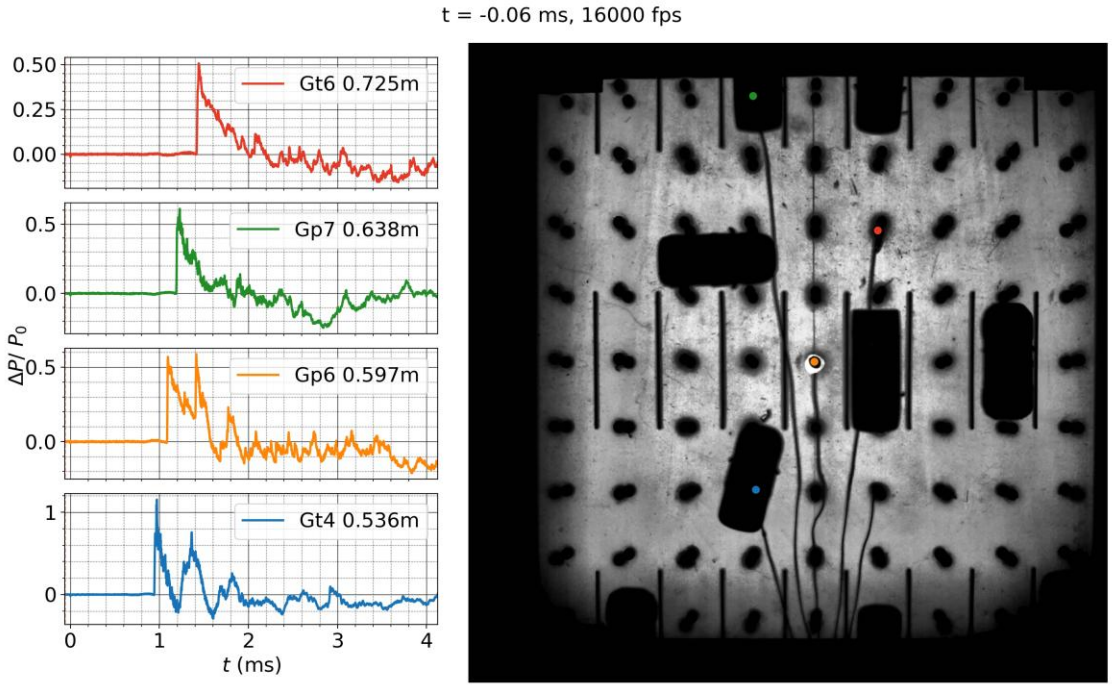
PRISME | Comparaison à 50 % d'occupation, source au centre

Les murs renforcent les réflexions

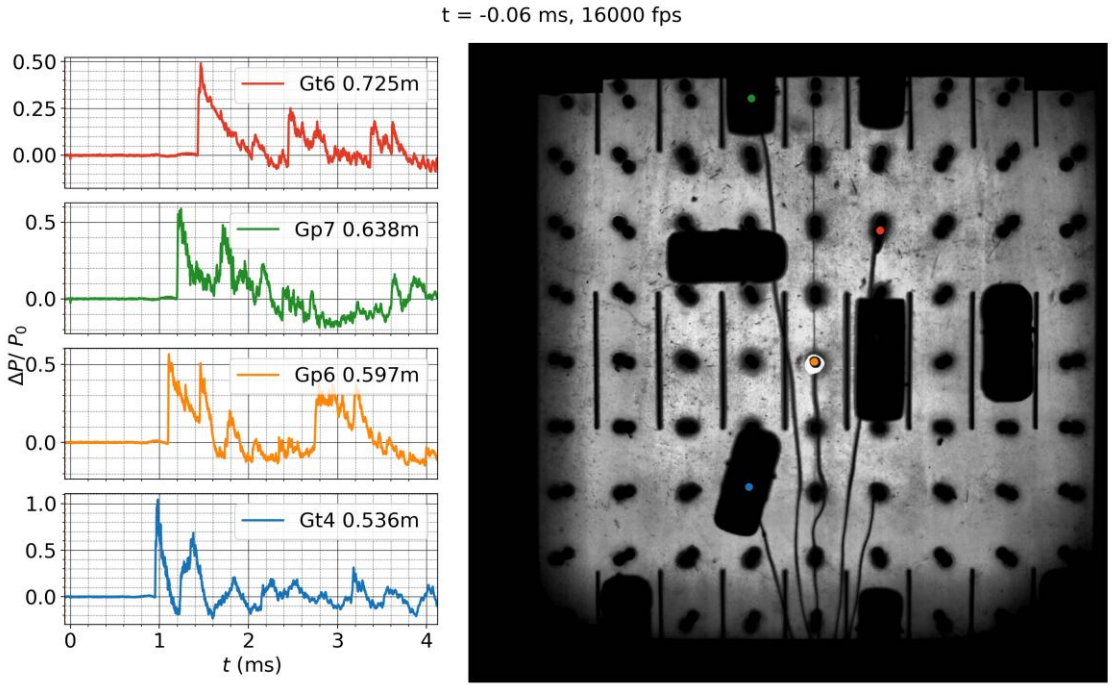
PETITE ÉCHELLE | PRISME / INSA CENTRE-VAL DE LOIRE

Effet global moindre que le toit, mais des renforcements locaux.

TOIT SEUL



TOIT + MURS



La position près d'une paroi compte autant que la distance.

Les obstacles modulent les effets localement

Véhicules

Atténuation globale possible,
mais réflexions locales.

Poutres et piliers

Influence secondaire sur
les pressions mesurées au sol.

Autres obstacles

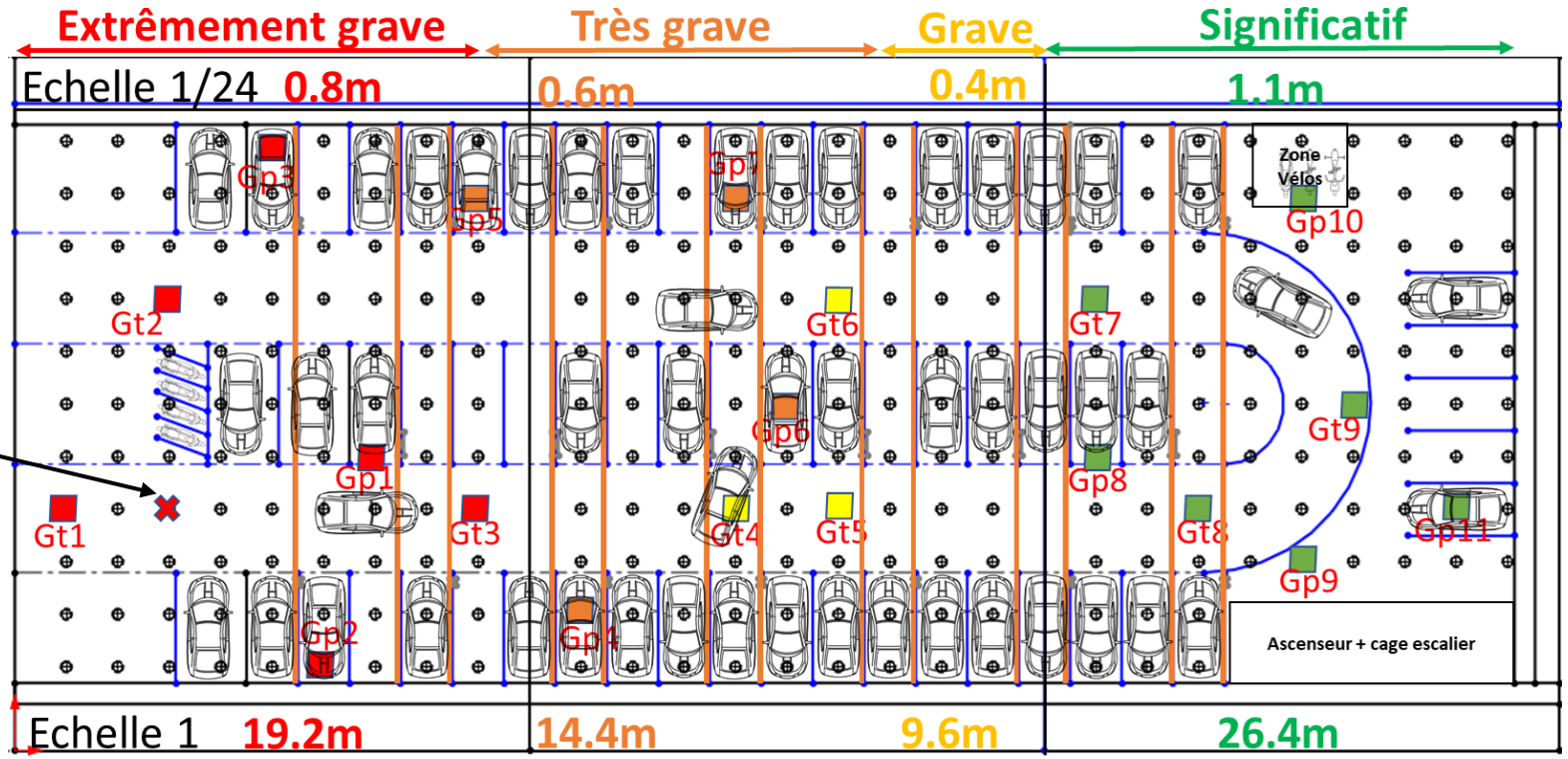
Effets liés à la position
de la source et du capteur.

Ces tendances valent pour les configurations testées, pas pour toute géométrie.

Le danger s’étend bien au-delà du véhicule

PETITE ÉCHELLE | PRISME / INSA CENTRE-VAL DE LOIRE

Explosion



Carte issue des mesures et des seuils de surpression du projet.

Une grande partie du parking peut être concernée dans le scénario étudié.

Petite échelle : trois enseignements à retenir

01 **Le toit domine**

Il limite l'expansion et renforce le souffle.

02 **Les réflexions comptent**

Les effets ne dépendent pas de la distance seule.

03 **Le zonage dépend du lieu**

La géométrie et la position de la source sont déterminantes.

Étape suivante : confronter ces mécanismes à une structure en béton à échelle voisine de 1.

Deux journées pour explorer les effets à l’échelle 1/2



Structure parking–tunnel en béton

Deux journées d’essais

JOUR 1

Montée jusqu’à 1,25 kg
Essai filmé très destructeur

JOUR 2

Tirs à 0,6 kg
Plusieurs positions de source

À l’échelle 1 : ≈ 10 kg pour le tir filmé ; ≈ 5 kg pour les tirs de la seconde journée.

Journée Résonance

BS&A | Film et fiche de terrain fournis ; déroulement précisé par le porteur du projet

Un tir à forte charge, très destructeur

ÉCHELLE 1/2 | BS&A



1,25 kg

à l'échelle 1/2

≈ 10 kg TNT
à l'échelle 1

Couverture, objets
et projections

Après cet essai : réduction de la charge à 0,6 kg pour la seconde journée.



fondation MAIF pour la recherche

BS&A Blast solutions et associés

Un mur peut atténuer en aval, mais va renforcer en amont

ÉCHELLE 1/2 | BS&A

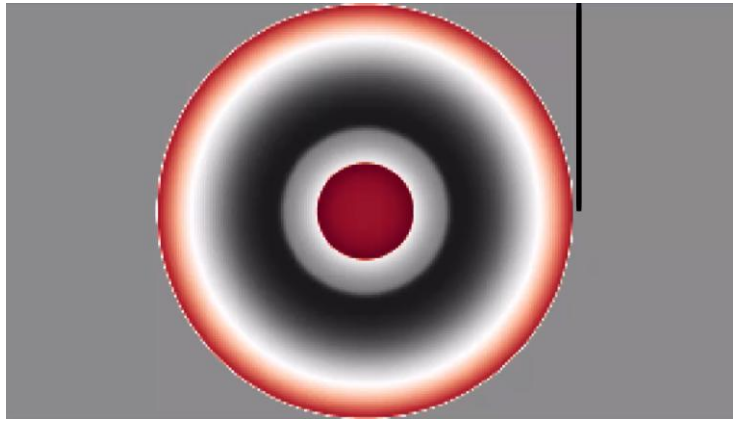
AMONT : côté source

AVAL : derrière le mur

Contournement

Source

Souffle atténué



Simulation numérique diffraction (vue de dessus)

Réflexions renforcées

Effet protecteur local

Piste de conception à dimensionner ; ce n’est pas un dispositif de sécurité universel.

Des essais au modèle rapide de zonage

Champ libre	Parking	Tunnel
3D	**2D**	**1D**
Expansion dans l'espace	Expansion limitée par le toit	Propagation guidée le long du tunnel

Simulations 3D + modèle simplifié : relier les observations à des zones d'effets.

Un même terme source, des distances très différentes

85 kWh • 10 kg TNT équivalents • Limite Z1/Z2 : 430 mbar

Champ libre **≈ 11 m**

Parking **≈ 18 m**

hauteur 2,5 m

Tunnel  **≈ 43 m**

section 30 m²

Distances associées à 50 % de létalité

Ce sont des zones d'effets conditionnelles, pas des distances « universelles » de sécurité.

Rendre les résultats accessibles par la simulation



Choisir

Véhicule / batterie

Géométries

Comparer

Champ libre

Parking souterrain

Tunnel

Un outil de sensibilisation et de formation, pas un substitut à l'expertise.

APEX solutions | Capture de la démonstration de la réunion finale

Ce que CONVEX établit, ce qui reste à étudier

ACQUIS

Hiérarchie des effets du confinement

Zonage rapide de scénarios définis

Atténuation locale et effets sur la toiture

À APPROFONDIR

Probabilité de transition vers la détonation

Chimie, état de charge, formation du nuage

Structures réelles et protections adaptées

La gravité du scénario et sa probabilité d'occurrence sont deux questions distinctes.

Prévenir l’occurrence et limiter les conséquences

Le confinement change l’étendue des effets.

Informer

Gestionnaires, concepteurs et services de secours.

Concevoir

Étudier l’implantation et l’atténuation des effets.

Poursuivre

Mieux caractériser les scénarios et leur occurrence.

Merci aux partenaires et à la Fondation MAIF. Questions et échanges.

Journée *Résonance* | 19.11.2026 | Organisé par la Fondation MAIF

Projet : CONVEX

BS&A Blast solutions et associés

INSA INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES CENTRE VAL DE LOIRE

PRISME Laboratoire Pluridisciplinaire de Recherche Ingénierie des Systèmes, Mécanique, Énergétique

APEX SOLUTIONS THINKING OUT OF THE BOX

Isabelle SOCHET



Professeur des Universités, INSA CVL, laboratoire PRISME

Emmanuel LAPEBIE



Directeur Général d'APEX solutions

Alexandre PRUNIER



Responsable de l'ingénierie, Président Blast Solutions

QUESTIONS / RÉPONSES

fondation MAIF pour la recherche


PAUSE
UN ESPACE DÉMO VOUS ATTEND POUR APPROFONDIR CERTAINS SUJETS
Diagnostic état de santé – Simulateur zone de danger –
Tri et fin de vie – Formations expertises batteries
Journée Résonance
fondation MAIF pour la recherche
74

Journée Résonance

19.11.2026

Organisé par la Fondation MAIF

Projet : Du bon usage des batteries

Olivier CRAS



Responsable de pôle en normalisation électrotechnique
AFNOR

Ronan LE GOASCOGNE



Chef de projet en normalisation
Commission sur les accumulateurs
AFNOR

Association des Brûlés de France

Institut Pprime

Université de Poitiers

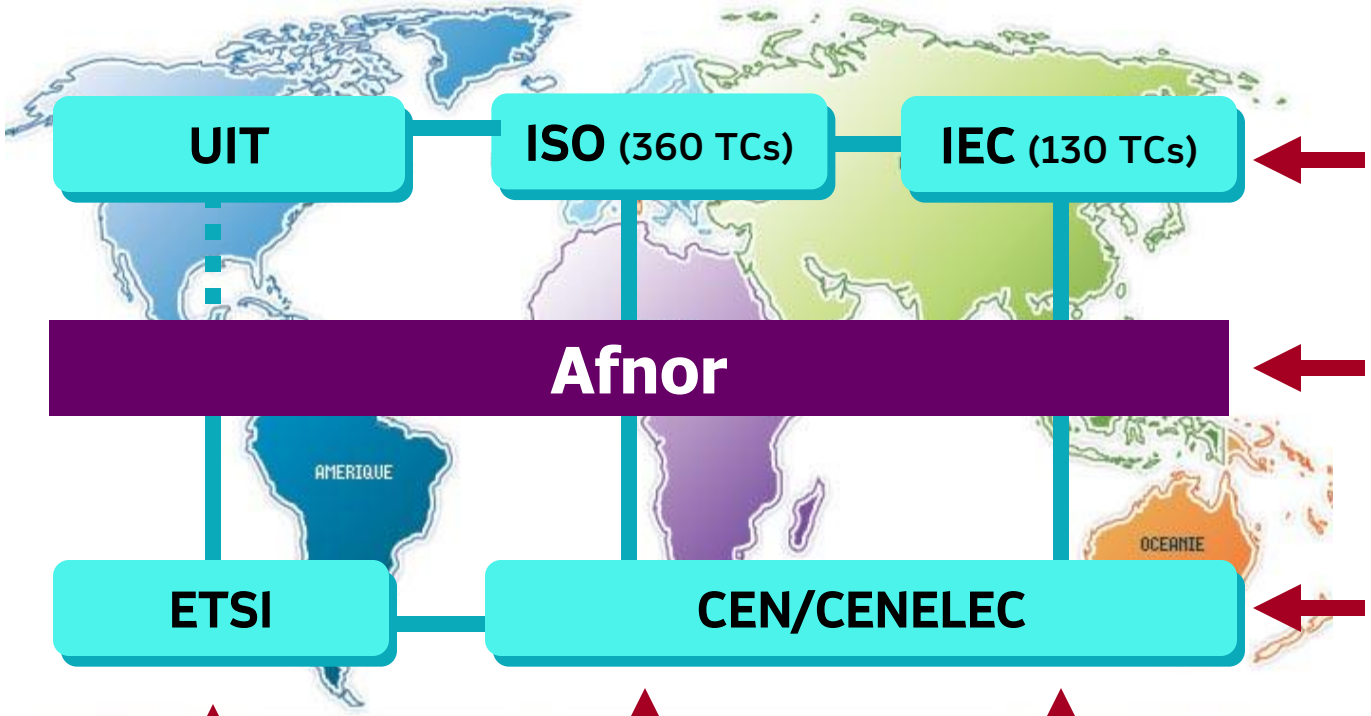
afnor GROUPE

NORMES ET RÉGULATION : OÙ EN EST-ON ?

fondation MAIF pour la recherche

LA NORMALISATION EN FRANCE, EN EUROPE ET DANS LE MONDE

NORMES INTERNATIONALES : REPRISE VOLONTAIRE



Niveau international	IEC TC 21 IEC SC 21A
Niveau français	UF 21,21A
Niveau européen	CLC TC 21X

Télécommunications — Autres domaines — Électrotechnique

Normes européennes : reprise obligatoire

Journée Résonance

Comment participer à la normalisation ?

Commission française



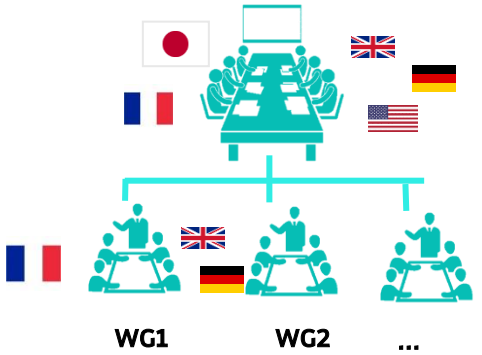
Une commission de normalisation :

- Un président nommé pour 3 ans :
  - ✓ Respects des objectifs
  - ✓ Obtention du consensus
  - ✓ Cohérence technique
  - ✓ impartialité
- Des membres (entreprises, laboratoires, pouvoirs publics, …)
- Un chef de projet AFNOR
  - ✓ Gestion CN
  - ✓ Coordination
  - ✓ Respect es procédures
  - ✓ Accompagnement du président

CEN-CLC TC XXX

- Des **experts** représentants leur société dans les WG/MT/PT
- Une **délégation** avec mandat lors des réunions plénières

ISO/IEC TC XXX



Un comité technique :

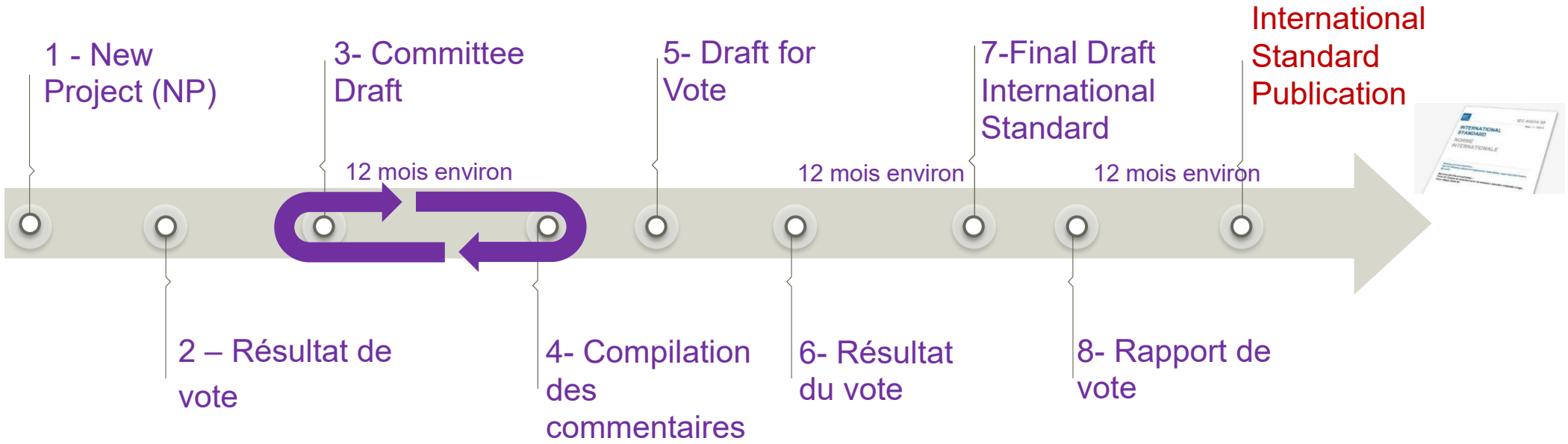
- Un président de comité technique
- Un secrétariat (AFNOR ou autre pays)
- Des délégations nationales au comité technique

et des groupes de travail

- Des animateurs de groupes de travail
- Des experts dans les groupes de travail

Journée Résonance

ETAPES D'ÉLABORATION NORMES ISO/IEC



Journée Résonance

32 comités nationaux participants à l'IEC TC 21

NORMALISATION DES BATTERIES

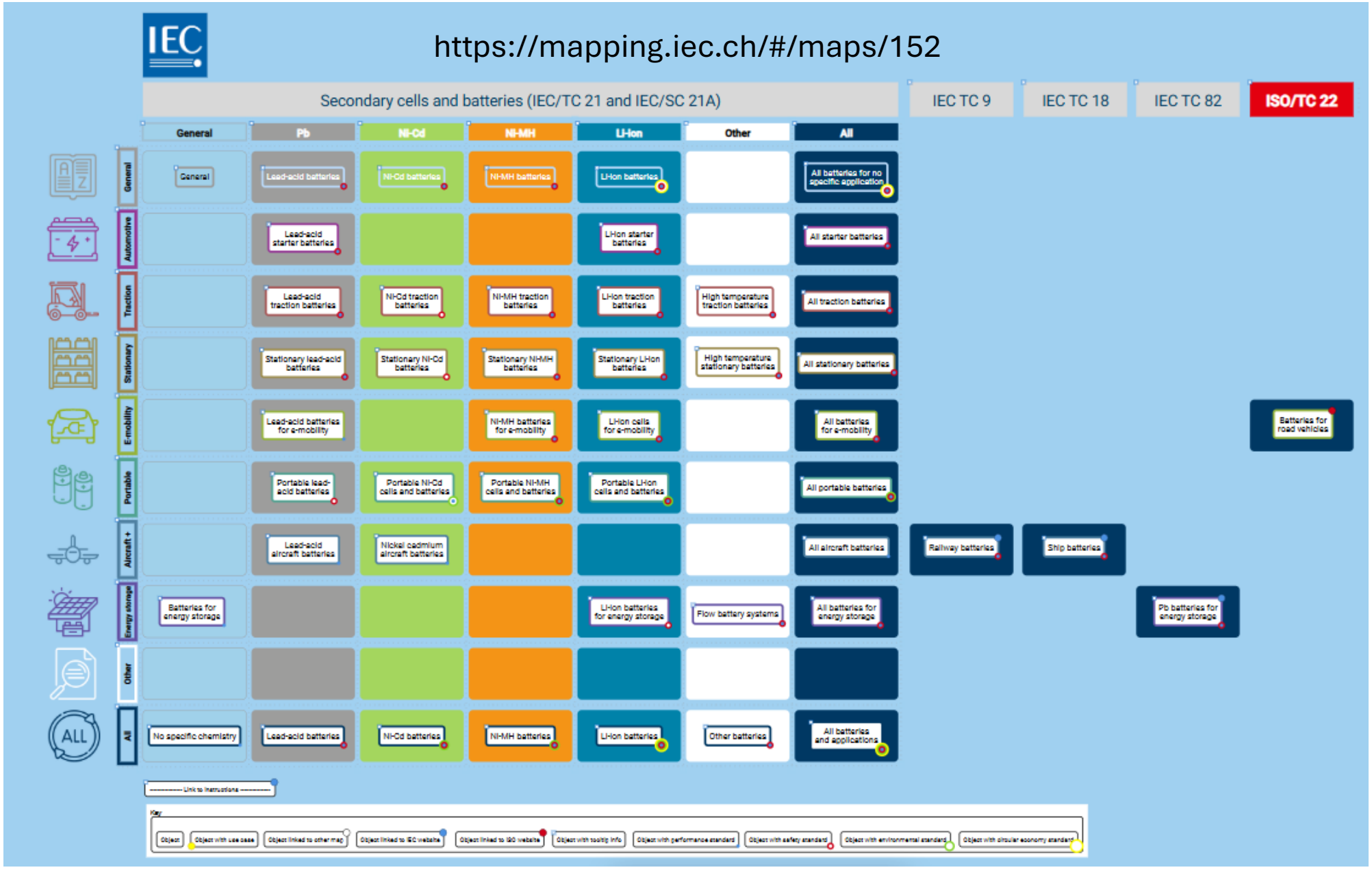
Scope IEC & CLC
TC 21
Accumulateurs

« Fournir des normes pour tous les types d'éléments et de batteries d'accumulateurs, c'est-à-dire rechargeables, en ce qui concerne leur composition chimique, les dimensions, le marquage et les performances du produit, la sécurité intrinsèque de la conception, les essais de qualification pour les applications sélectionnées et les règles de sécurité pour l'installation, le fonctionnement, la maintenance et le recyclage. »

Domaines d'application :

- Automobile ;
- Industriel ;
- Alimentation en énergie de propulsion pour véhicule électrique, véhicule hybride, trottinette, etc. ;
- Alimentation électrique portable pour les équipements et appareils portatifs ;
- Propulsion, alimentation de puissance de secours et démarrage des moteurs (ferroviaire, navire, etc.).

NORMES DE SÉCURITÉ DES BATTERIES



NORMES DE SÉCURITÉ DES BATTERIES

Normes du TC 21 :

- Normes d’exigences de sécurité concernant les usages stationnaires ou de mobilité;
- **Normes de performances**
- Projets concernant la réutilisation de batteries, l’utilisation dans des applications industrielles ou dans des systèmes de stockage;
- Exigences de sécurité pour les accumulateurs portables étanches

LA RÉFÉRENCE AUX NORMES DANS LA RÈGLEMENTATION NATIONALE

CAS DES NORMES D'APPLICATION OBLIGATOIRE

Une norme est d'application obligatoire lorsqu'elle est citée dans un texte réglementaire comme unique moyen de satisfaire aux exigences de ce texte

Les pouvoirs publics rendent des normes obligatoires pour des raisons :

- d'ordre public
- de protection de la santé et de la vie des personnes et des animaux ou de préservation des végétaux
- de protection des trésors nationaux ayant une valeur artistique, historique ou archéologique
- ou des exigences impératives tenant à l'efficacité des contrôles fiscaux, à la loyauté des transactions commerciales et à la défense du consommateur et de la consommatrice

*Environ **440 normes** sont rendues d'application obligatoire en France*
*sur une collection de 36000 normes soit **1,22 %***

LA NOUVELLE APPROCHE & CONFORMITÉ RÉGLEMENTAIRE EUROPÉENNE

- Directives et règlements européens: l'harmonisation des règles autorise la mise sur le marché des produits se limite à définir les **exigences essentielles** que ces produits devront respecter selon:
    - santé,
    - sécurité,
    - protection du consommateur et de l'environnement.
- Les normes européennes harmonisées définissent les spécifications techniques détaillées applicables aux produits
- Caractère volontaire de la norme
- La conformité aux normes donne présomption de conformité à la Directive ou au Règlement.

CE

Journée Résonance

SUJETS TRAITÉS DANS LES NORMES BATTERIES



RÉGLEMENTATION & NORMALISATION

(UE) 2024/1781 ESPR (Ecodesign for Sustainable Products Regulation)

DPP (Passeport numérique des produits)

(UE) 2023/1542 dit « Règlement batterie »

Passeport batterie

Demande de normalisation par la commission européenne

afnor NORMALISATION

M/604
M/579 AMD1

- Le registre contient les identifiants uniques des batteries
- La Commission gère ce registre et veille à sa sécurité
- Le passeport de batterie est accessible au moyen d'un code QR, qui renvoie vers un identifiant unique attribué par l'opérateur économique qui met la batterie sur le marché

Journée Résonance | 19.11.2026 | Organisé par la Fondation MAIF

Projet : Du bon usage des batteries

Association des Brûlés de France

Institut Pprime

Université de Poitiers

afnor GROUPE

Olivier CRAS



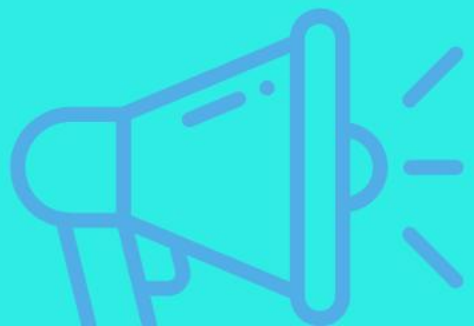
Responsable de pôle en normalisation électrotechnique
AFNOR

Ronan LE GOASCOGNE



Chef de projet en normalisation
Commission sur les accumulateurs
AFNOR

QUESTIONS / RÉPONSES



fondation MAIF pour la recherche

Journée *Résonance*

19.11.2026

Organisé par la Fondation MAIF



José FERNANDES

Expert batterie et véhicule électrifié
UTAC

ÉCHANGE:
ÉVOLUTION DE LA RÉGLEMENTATION

fondation MAIF pour la **recherche**

EXPERTISE X UTAC

UTAC
ADVANCING MOBILITY SINCE 1924

Un réseau mondial de 40 experts

Participation aux groupes UE et CEE-ONU

Euro NCAP : participation et inspection

Partenaire des autorités

Service technique national français

Secrétariat ISO/TC22

Délégation WP.29

Réglementations internationales

AMÉRIQUE DU NORD
- **USA**
- Canada

EUROPE
- **France** & autres pays
- Royaume-Uni

ASIE
- Inde
- **Chine**
- **Japon**
- Taiwan
- Autres…

AFRIQUE
- **Maroc**
- Autres…

MOYEN-ORIENT

AMÉRIQUE DU SUD
- Brésil
- Mexique
- Autres…

OCÉANIE
- Australie



piste d'essai



Essais de sécurité passive (choc et catapulte)



test de batteries



Motopropulseurs, essieux, hybrides et moteurs électriques



Chambres spécialisées pour véhicules complets

Journée *Résonance*

19.11.2026

Organisé par la Fondation MAIF

Projet : Algoriscycle

one-sixone

QUEST VALORISATION
Ressources d'innovation

S2E2 SMART ELECTRICITY CLUSTER

Smart power

Nantes Université

VoltR

Jean-François COUSSEAU



CEO, Founder of
One-sixone

Thibaud MAUFRONT



Co-fondateur
Directeur technique
Volt'R

Emmanuel SCHAEFFER



Enseignant-chercheur
Laboratoire IREENA
Nantes Université

PROLONGER LA VIE DES BATTERIES EN TOUTE SÉCURITÉ

fondation MAIF pour la recherche

OBJECTIFS

- Quantifier **rapidement** (<2h) **l'état de santé** des batteries Li-ion pour **fiabiliser leur usage** et leur **seconde vie**.

- Valider le fonctionnement d'un **algorithme de diagnostic** en **système batterie** et sur **différentes chimies**.

- Développement d'un **démonstrateur nomade** pour réaliser des **diagnostics sur le terrain**.

RÉSULTATS

Interfaces de la valise de diagnostic de batteries



Alimentation 230V -AC

Sortie Air ventilation

Surface de dépose batterie

Entrée Air ventilation

Connecteurs de puissance batterie

Connecteurs mesures tensions accumulateurs

Connecteurs de diagnostic

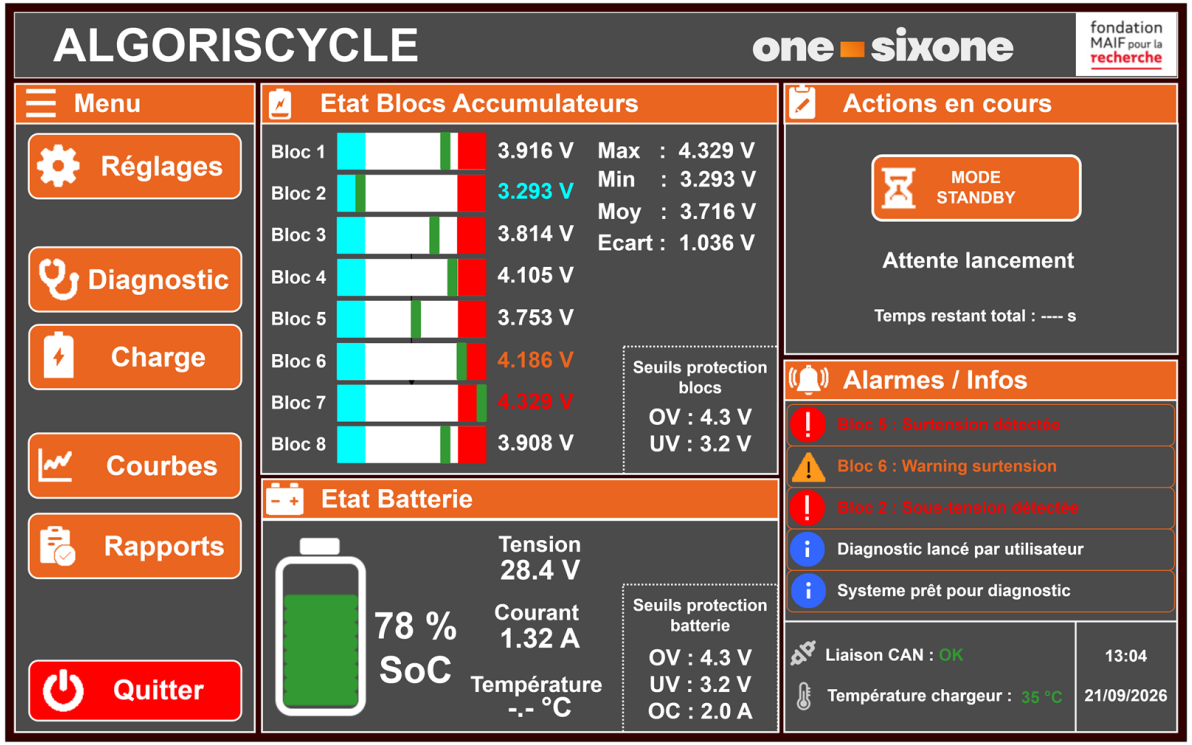
Entrée Air ventilation

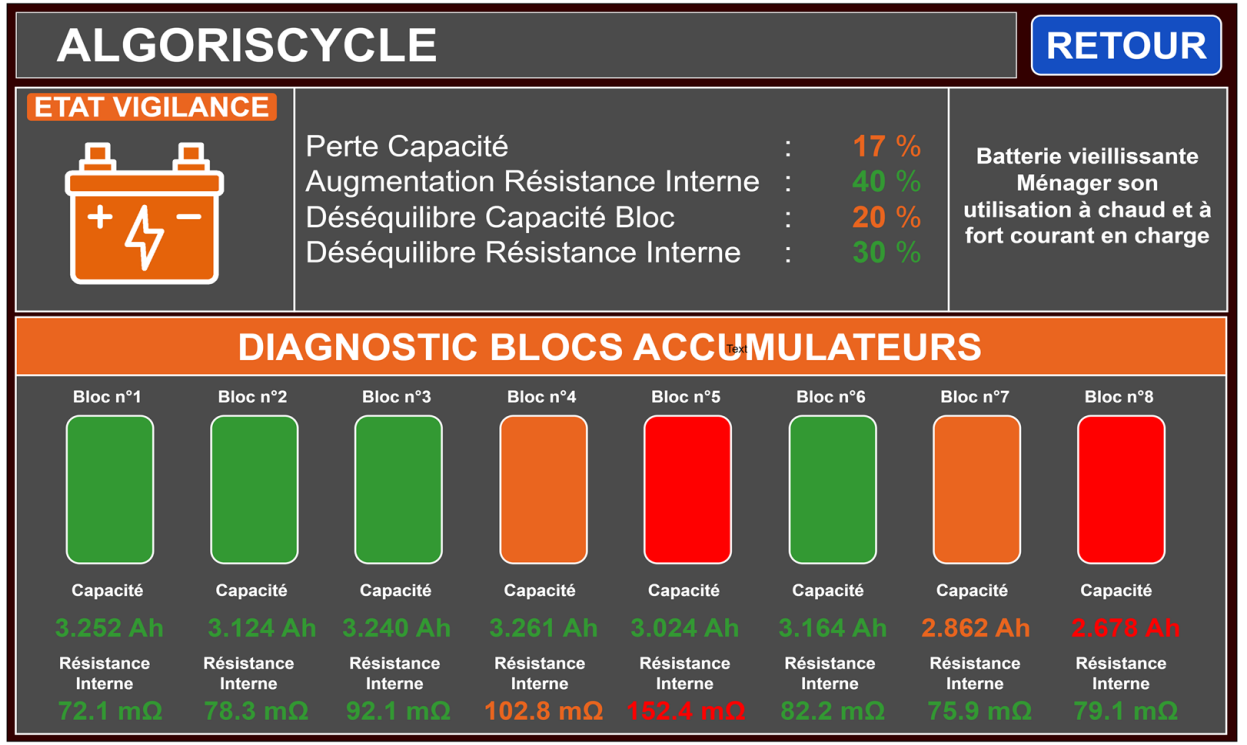


Journée Résonance

RÉSULTATS

- IHM de la valise de diagnostic de batteries





ÉCRAN DE SUPERVISION

ÉCRAN DE DIAGNOSTIC

Journée Résonance

SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES

✅ Algorithme validé sur trois chimies : NCA, NMC et LFP.

✅ Précision de mesure : < 4%.

✅ Diagnostic réalisé en moins de 2h avec la valise sur une batterie.

➡️ Décliner le démonstrateur R&D en produit adapté à une flotte de batteries.

➡️ Améliorer le temps de diagnostic.

Journée *Résonance* | 19.11.2026 | Organisé par la Fondation MAIF

Projet : Algoriscycle

one-sixone

QUEST VALORISATION Ressources d'innovation

S2E2 SMART ELECTRICITY CLUSTER

Smart power

Nantes Université

VoltR

Jean-François COUSSEAU



CEO, Founder of
One-sixone

Thibaud MAUFRONT



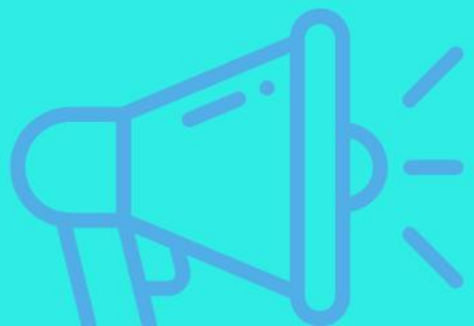
Co-fondateur
Directeur technique
Volt'R

Emmanuel SCHAEFFER



Enseignant-chercheur
Laboratoire IREENA
Nantes Université

QUESTIONS / RÉPONSES



fondation MAIF pour la recherche

Journée Résonance | 19.11.2026 | Organisé par la Fondation MAIF

Projet : Vers des batteries plus sûres

Matthieu MICOULAUT



Professeur à Sorbonne Université

Virginie VIALLET

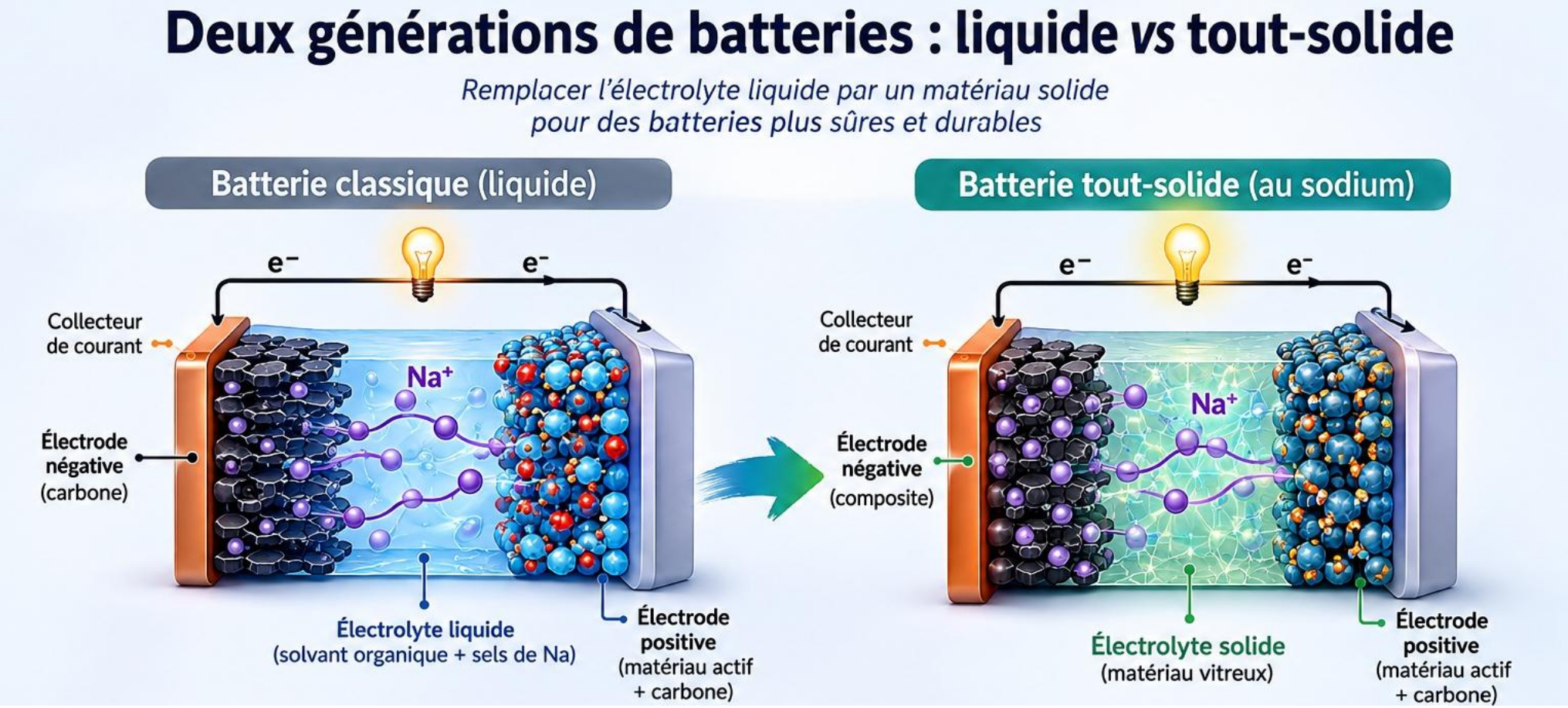


Maître de Conférences
Laboratoire LRCS à Amiens

VERS DE NOUVELLES GÉNÉRATIONS DE BATTERIES ÉLECTRIQUES

fondation MAIF pour la recherche

VERS DES BATTERIES PLUS SÛRES



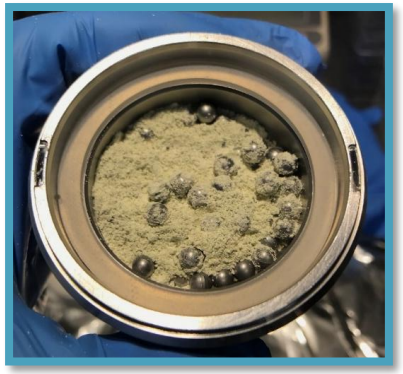
M. MICOULAUT, A. PIARRISTEGUY, B. RUTA, V. VIALLET

Doctorant : L.-M. POITRAS

Journée Résonance

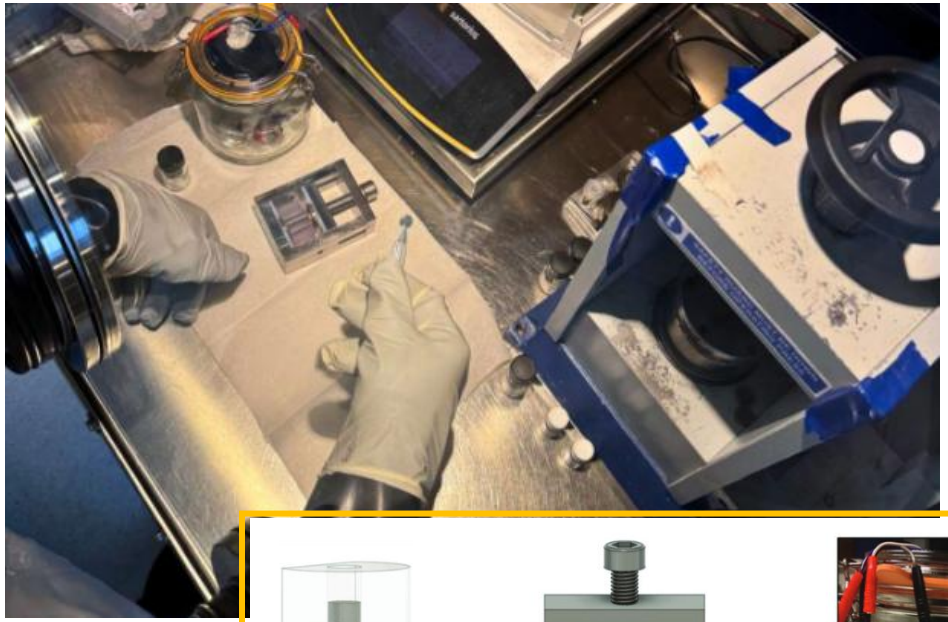
VERS DES BATTERIES PLUS SÛRES

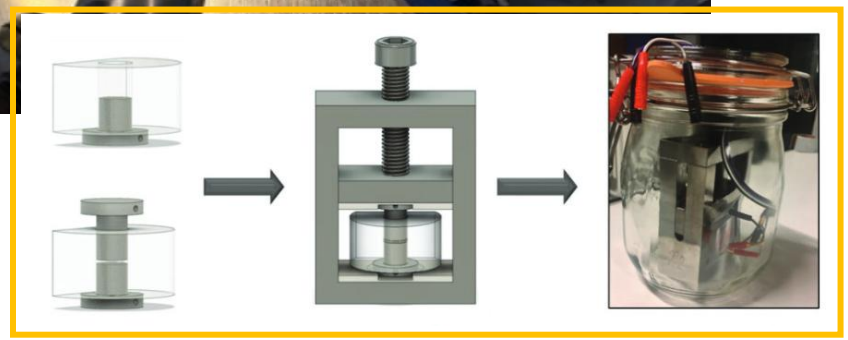
Mécanosynthèse



Broyer pour créer de nouveaux matériaux

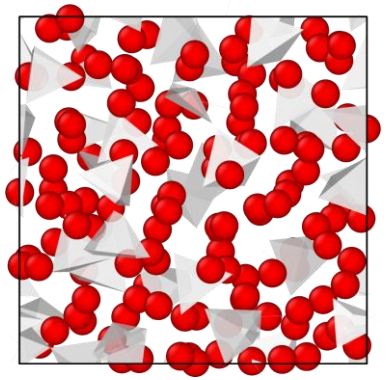
Caractérisation expérimentale





Mesurer pour valider et optimiser les performances

Simulation numérique



Modéliser pour comprendre et prédire le comportement des matériaux

Journée Résonance

SCIENCES SORBONNE UNIVERSITÉ

ICGM Institut Charles Gerhardt Montpellier

NÉEL institut

LRCS

ENERGIE RS2E

cnrs

Journée Résonance | 19.11.2026 | Organisé par la Fondation MAIF

Projet : Vers des batteries plus sûres

Matthieu MICOULAUT



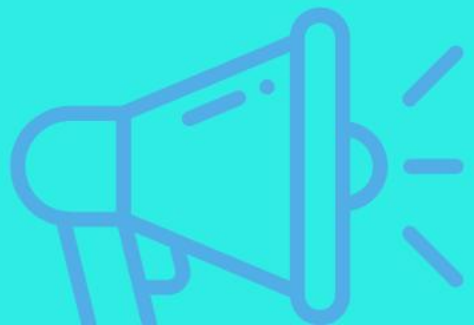
Professeur à Sorbonne Université

Virginie VIALLET



Maître de Conférences
Laboratoire LRCS à Amiens

QUESTIONS / RÉPONSES



fondation MAIF pour la recherche


ET MAINTENANT ?
Débat ouvert
Journée Résonance
fondation MAIF pour la recherche

Journée Résonance | 19.11.2026 | Organisé par la Fondation MAIF

Marie-Pierre ÉLIE



Présidente de la FONDATION MAIF

Marc RIGOLOT



Directeur de la FONDATION MAIF

CLÔTURE ET REMERCIEMENTS

fondation MAIF pour la **recherche**

Journée Résonance

Merci pour votre présence

Retrouvez nous en ligne

fondation-maif.fr



Replay disponible prochainement sur notre site et sur youtube

fondation MAIF pour la **recherche**