

SYNTHESE / EXTENDED ABSTRACT
FRANÇAIS / ENGLISH

**DANGEROUSITE DES PILES ET BATTERIES LITHIUM DANS LES
FILIERES DE GESTION DES DECHETS MENAGERS ET
ASSIMILES - ANALYSE ET PROPOSITIONS DE GESTION**

***HAZARDOUS NATURE OF LITHIUM BATTERIES IN HOUSEHOLD
AND SIMILAR WASTE MANAGEMENT - ANALYSIS AND
RECOMMENDATIONS***

Août 2024

L. ANGER, R. HOSPITAL, E. OSSELIN – setec énergie environnement



Créée à l'initiative du Ministère en charge de l'Environnement, l'association RECORD est depuis 1989, le catalyseur d'une coopération entre industriels, institutionnels et chercheurs.

Acteur reconnu de la recherche appliquée dans le domaine des déchets, des sols pollués et de l'utilisation efficace des ressources, RECORD a comme objectif principal le financement et la réalisation d'études et de recherches dans une perspective d'économie circulaire.

Les membres de ce réseau (groupes industriels et institutionnels) définissent collégalement des programmes d'études et de recherche adaptés à leurs besoins. Ces programmes sont ensuite confiés à des laboratoires publics ou privés.

Avertissement :

Les rapports ont été établis au vu des données scientifiques et techniques et d'un cadre réglementaire et normatif en vigueur à la date de l'édition des documents.

Ces documents comprennent des propositions ou des recommandations qui n'engagent que leurs auteurs. Sauf mention contraire, ils n'ont pas vocation à représenter l'avis des membres de RECORD.

- ✓ Pour toute reprise d'informations contenues dans ce document, l'utilisateur aura l'obligation de citer le rapport sous la référence :
RECORD, Dangerosité des piles et batteries lithium dans les filières de gestion des déchets ménagers et assimilés – analyse et propositions de gestion, 2024, 119 p, n°22-0175/1A
- ✓ Ces travaux ont reçu le soutien de l'ADEME (Agence de la transition écologique)
www.ademe.fr

© RECORD, 2024

RESUME

Depuis une dizaine d'années, les incendies et les départs de feu causés par une pile ou un accumulateur lithium se multiplient dans les installations de traitement de déchets. Au moment de leur fin de vie, les piles et batteries font régulièrement l'objet d'erreurs de tri ou de non-tri volontaire et sont alors mélangées aux flux de déchets ménagers et assimilés (DMA). Lorsqu'elles sont endommagées, ces dernières peuvent générer des départs de feu. Ces incendies sont sources de lourdes conséquences économiques et présentent des risques importants pour le personnel ainsi que pour l'environnement.

Dans ce contexte, cette étude a pour objectif d'analyser les accidents et incidents causés par les piles et accumulateurs lithium dans les filières de gestion des DMA, puis d'identifier des solutions techniques et organisationnelles permettant de réduire la présence de ces éléments en filière DMA, et de minimiser les dangers liés à cette présence fortuite.

Ce rapport se base sur une revue de la littérature sur le sujet, l'analyse de la base ARIA ainsi que des rencontres avec des exploitants sinistrés, des éco-organismes, des grands groupes du secteur du déchet et des fédérations d'acteurs du recyclage.

MOTS CLES

Piles et accumulateurs lithium, batteries, incendie, départ de feu, DMA, installations de traitement de déchet, centre de tri, emballage thermique, risques, erreur de tri

SUMMARY

Over the past decade, the number of fires caused by lithium batteries in waste management facilities has increased. At end-of-life, batteries are often mis-sorted or intentionally left unsorted and mixed with household waste. Physical impact, shock, short circuit, or heat exposure can trigger a thermal event, such as fire, spark, or explosion. These events can have major economic consequences and pose significant risks to workers and the environment.

The aim of the study is to analyse accidents and incidents caused by lithium batteries in waste management facilities, to identify technical and organisational solutions to reduce the presence of batteries in household solid waste and to minimise the hazards associated with their accidental presence.

This report is based on a review of the literature on the topic, an analysis of the ARIA database and meetings with waste operators, producer responsibility organisations and recycling federations.

KEY WORDS

Lithium batteries, fire, household solid waste, waste management facilities, sorting centre, risks, thermal runaway, improper disposal

Contexte

Au cours des vingt dernières années, la commercialisation de piles et accumulateurs (P&A) lithium a connu une croissance notable et cette tendance devrait se poursuivre dans les années à venir.

Les P&A usagés sont des déchets dangereux pouvant porter atteinte aux personnes et à l'environnement et sont intégrés depuis 1999 dans des filières à responsabilité élargie du producteur (REP). Les P&A usagés doivent ainsi faire l'objet d'un dépôt dans un des 60 000 contenants dédiés en France. Or, la filière suivie par ces déchets n'est pas toujours celle prévue. Les P&A lithium « isolés » (séparés de leur équipement) et les petits DEEE (déchets d'équipements électriques et électroniques) contenant des P&A lithium font régulièrement l'objet d'erreurs de tri ou de non-tri volontaire et sont alors mélangés au flux de déchets ménagers et assimilés (DMA). C'est ce cas de figure qui fait l'objet de cette étude.

D'après les statistiques du BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels), les incidents liés aux P&A sur les sites de gestion de déchets ont augmenté de manière significative depuis 2010. Ces incendies sont sources de lourdes conséquences économiques et présentent des risques importants pour le personnel ainsi que pour l'environnement.

Objectifs et méthode

L'objectif principal de cette étude est d'analyser l'état des accidents et incidents causés par la présence fortuite de P&A lithium dans les filières suivies par les DMA, afin de proposer des solutions techniques et organisationnelles pour minimiser les dangers liés à leur présence tout en réfléchissant aux moyens pour la réduire.

L'étude s'est déroulée de mai 2023 à juillet 2024 et s'est organisée en 3 phases :

- Une **1^{ère} phase** de définition de contexte, des risques associés aux piles/ batteries lithium, des réglementations françaises et européennes et d'analyse des filières françaises et européennes de collecte et de traitement spécifiques aux piles et batteries lithium ;
- Une **2nde phase** d'analyse des départs de feu et incendies ayant eu lieu dans les installations de transport et de traitement de déchets ménagers et assimilés (collecte, centre de transfert, centre de tri, valorisation énergétique, centre de stockage, etc.) ;
- Une **3^{ème} phase** de recommandations techniques et organisationnelles visant à réduire les erreurs de tri et à minimiser les dangers liés à la présence fortuite de piles et batteries lithium dans les déchets ménagers lors de leur transport et de leur traitement.

Les recommandations listées dans cette dernière phase sont issues :

- Des entretiens menés auprès d'exploitants ayant subi des sinistres, d'experts « risques industriels et incendies » de grands groupes du déchet, de fédérations d'acteurs du recyclage, des éco-organismes, etc.
- D'analyses des données disponibles réalisées en 2^{ème} phase,
- De recherches bibliographiques, notamment des études suivantes :
 - « Réduction de l'accidentologie relative au secteur du déchet », de l'IGEDD (inspection générale de l'environnement et du développement durable) ;
 - « Cutting lithium-ion battery fires in the waste industry », d'Eunomia;
 - « Recommendations for tackling fires caused by lithium batteries in WEEE », de la fédération européenne EuRIC.
- D'une veille technique.

Context

Over the past 20 years, the commercialisation of lithium batteries has increased and is expected to continue in the coming years.

Used batteries are hazardous waste that can harm people and the environment. In France, since 1999, batteries are included in an extended producer responsibility (EPR) strategy: they must be placed in one of 60,000 dedicated containers. However, this waste is not always disposed of properly: lithium batteries separated from their equipment and small WEEE (waste from electrical and electronic equipment) containing lithium batteries are regularly mis-sorted and mixed with household waste.

According to BARPI (French industrial risks and pollution analysis office) statistics, incidents in waste management facilities caused by lithium batteries have increased significantly since 2010. These fires have serious economic consequences and pose significant risks to workers and the environment.

Objectives and method

The main objective of this study is to analyse accidents and incidents caused by lithium batteries in waste management facilities, in order to recommend technical and organisational solutions to minimise the hazards associated with the presence of lithium batteries, while considering ways to reduce them.

The study was carried out from May 2023 to July 2024 and was divided into 3 phases:

- **Phase 1:** definition of the context, the risks associated with lithium batteries, the French and European regulations and analysis of the French and European organisation for the collection and treatment of lithium batteries.
- **Phase 2:** analysis of fires in waste management facilities (collection, transfer station, sorting centre, waste-to-energy facility, landfill, etc).
- **Phase 3:** technical and organisational recommendations to reduce mis-sorting and minimise the hazards associated with the adventitious presence of lithium batteries in household waste.

The recommendations are based on:

- Interviews with operators who experienced major fires, industrial and fire risks experts of the waste industry, recycling associations, producer responsibility organisations, etc.
- Phase 2 analysis,
- Literature review, in particular on the following studies:
 - "Reduction of accidents in the waste sector" from IGEDD (French general inspectorate of environment and sustainable development),
 - "Cutting lithium-ion battery fires in the waste industry" from Eunomia,
 - "Recommendations for tackling fires caused by lithium batteries in WEEE" from EuRIC (European recycling industries' confederation).
- Technology development monitoring.

Main results

Context, risks, organisations for the collection and treatment of lithium batteries

In France, 2 producer responsibility organisations for batteries have been approved by the government by the end of 2024: Corepile and Screlec. They are responsible for organising the collection and the treatment of used batteries to ensure compliance with the collection and recycling targets set by European legislation. In 2021, the collection

Principaux résultats

Contexte, risques, filières de collecte et de traitements spécifiques aux P&A lithium

En France, deux éco-organismes sont agréés jusque fin 2024 par le gouvernement pour la filière des P&A : Corepile et Screlec. Ces éco-organismes sont chargés d'organiser la collecte, le traitement des P&A usagés ainsi que d'assurer le respect des objectifs de collecte et de recyclage fixés par le règlement européen.

En 2021, le taux de collecte était de 43,5%, soit en-dessous du taux minimum de collecte de 45%. Les DEEE sont quant à eux gérés par deux autres éco-organismes : Ecologic et Ecosystem.

A l'échelle européenne, depuis août 2023, un règlement est entré en vigueur afin de favoriser un cadre réglementaire unique et harmonisé et de promouvoir une économie circulaire. Ce règlement réhausse les rendements de recyclage des batteries, les objectifs de valorisation des matières actives (lithium, cobalt, plomb, nickel, cuivre) ainsi que les objectifs de collecte, passant de 45% à 73% d'ici fin 2030. Le nombre de catégories de batteries est revu à cinq, ajoutant ainsi les batteries de véhicule électrique et les batteries de moyen de transport léger (MTL). A partir de 2027, les batteries porteront des étiquettes / QR codes contenant des informations relatives à leur capacité, leur durabilité, leur composition chimique ainsi qu'un symbole de « collecte séparée ». Les batteries portables et les batteries MTL devront également pouvoir être retirées et remplacées par les consommateurs.

Les P&A lithium sont principalement composés de quatre éléments : la cathode, l'anode, l'électrolyte et le séparateur. L'électrolyte, composé de sels de lithium et de solvants organiques, est considéré comme l'une des principales causes des incendies. Lorsque les P&A lithium sont soumis à des conditions anormales, telles qu'une surchauffe, une perforation ou un choc, il peut se produire une réaction chimique incontrôlée générant un emballement thermique : la température augmente alors de manière exponentielle et les P&A prennent feu. En installation de traitement de déchets, les P&A subissent de nombreux chocs, des compressions, écrasements lors des opérations de transport, de manutention, de tri, de traitement... Ils peuvent également être soumis à des conditions de stockage non adaptées telles que des températures élevées ou un environnement humide, ce qui augmente le risque de départ de feu.

Cette étude se concentre sur les installations de gestion des DMA : le transport (véhicules de collecte ou véhicules de transport massifié), les centres de transfert d'ordures ménagères et recyclables, les centres de tri d'emballages ménagers, les unités de valorisation énergétique (UVE), les installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND) et les installations de traitement mécano-biologique (TMB). Une part importante de ces installations font face à des départs de feu réguliers, avec des conséquences variables selon la rapidité d'intervention et l'emplacement du départ de feu.

Analyse des départs de feu / incendies liés aux P&A lithium

Dans cette seconde phase, les analyses ont été réalisées à partir :

- De la base ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) du BARPI, qui répertorie les incidents, accidents ou presque accidents qui ont porté, ou auraient pu porter atteinte à la santé, la sécurité publique ou l'environnement ;
- D'une base de données transmise par un membre de RECORD : SUEZ, recensant tous les départs de feu

rate of waste portable batteries was 43.5%, below the collection target of 45%.

WEEE (waste from electrical and electronic equipment) are managed by 2 other producer responsibility organisations: Ecologic and Ecosystem.

In the European Union, a new battery regulation came into force in August 2023 to promote a harmonised regulatory framework and a circular economy by covering the entire lifecycle of batteries, from production to waste management and possible second life. The regulation sets new targets for recycling efficiency, material recovery (lithium, cobalt, nickel, lead, copper), recycled content and collection rates from 45% to 73% in 2030. 5 categories of batteries have been defined, adding batteries for electric vehicle (EV) and light means of transport (LMT). From 2027, a QR code will provide access to a digital passport with detailed information on their capacity, sustainability, chemical composition and a "separate collection" symbol. Consumers will be able to remove and replace portable and MTL batteries in their electronic products.

The main components of a battery are the cathode, the anode, the electrolyte and the separator. The electrolyte, which consists of lithium salts dissolved in organic solvents, is considered one of the main causes of fire. If lithium batteries are exposed to high-temperatures, perforation or shocks, this can trigger a chain of chemical reactions known as thermal runaway: the temperature rises exponentially, leading to battery fire or even explosion. In waste management facilities, batteries are subjected to numerous impacts, compressions and crushes during transport, handling, sorting and treatment operations. They may also be exposed to inappropriate storage conditions, such as high temperatures or humid environments, which increase the risk of fire.

This study focuses on waste management facilities, i.e. transport (collection vehicles or mass transit vehicles), household waste and recyclables transfer stations, sorting facilities, waste-to-energy facilities, non-hazardous waste storage facilities and mechanical-biological treatment facilities.

Fires occur regularly in these facilities; the consequences vary depending on the speed of response and the location of the fire.

Analysis of fires caused by lithium batteries

In this second phase, the analysis came from:

- BARPI's ARIA database (Analysis, Research and Information about Accidents), which lists incidents, accidents or near-misses that have affected or could have affected public health, safety or the environment.
- A database from a member of RECORD: SUEZ, listing all the fires that started in its facilities, as part of a highly developed quality/safety policy.
- Interviews with operators who experienced major fires, experts from the waste industry, recycling associations.

Fires listed from ARIA database occurred in France from October 2017 to October 2023. During this period, 66 incidents related to lithium batteries were recorded in the facilities listed in the previous section.

The number of fires recorded is not representative of the actual number of fires associated with lithium batteries in waste facilities. The frequency of fires is higher: many fires are managed by the operators without being reported to BARPI. Due to the lack of remnant or the presence of other waste or explosive devices, the cause of the fire cannot

rencontrés dans leurs installations, dans le cadre d'une politique qualité / sécurité très développée ;

- D'échanges avec des exploitants ayant subi des sinistres, des grands groupes du secteur du déchet et des fédérations d'acteurs du recyclage.

Les incendies répertoriés pour l'étude à partir de la base ARIA ont eu lieu en France métropolitaine entre octobre 2017 et octobre 2023. 66 accidents probablement ou certainement liés au P&A Li ont été recensés sur cette période sur les installations listées en partie précédente.

Le nombre d'incendies répertoriés n'est pas représentatif du nombre de départs de feu liés aux P&A lithium dans les installations. Il y en a en réalité bien plus : de nombreux départs de feu sont maîtrisés en interne par l'exploitant et ne sont pas remontés au BARPI. La cause de l'incendie ne peut pas toujours être déterminée en raison de l'absence de reste ou de la présence d'autres rebus ou équipements explosifs. Sur les 66 accidents identifiés, environ trois-quarts des événements ont probablement été causés par un P&A lithium et un quart ont été provoqué avec certitude par une pile/batterie lithium. Environ 60% des incendies ont eu lieu en centre de tri d'emballages ménagers. Les sinistres les plus destructeurs ont eu lieu majoritairement en centre de tri et hors période d'exploitation, rendant la détection et /ou l'intervention plus tardive et l'incendie plus difficilement maîtrisable.

Tous départs de feu confondus, SUEZ observe depuis plusieurs années une augmentation annuelle de 5% des départs de feu, avec une recrudescence sur les mois de juin à août. En excluant les causes indéterminées, les P&A lithium sont à l'origine d'environ 30% des départs de feu. Cette base de données regroupe les départs de feu ayant eu lieu entre janvier 2022 et août 2023. Au total, 206 départs de feu liés au P&A Li ont été répertoriés, principalement en ISDND, en centre de tri et en UVE. La plupart de ces incidents ont été maîtrisés rapidement par les équipes d'exploitation et fait l'objet de remontés internes dans le cadre d'une politique de qualité, sécurité très développée.

En synthèse, les départs de feu en ISDND et en UVE sont généralement maîtrisés rapidement et se propagent peu, avec des conséquences limitées. En centre de tri d'emballages ménagers, les départs de feu surviennent principalement dans le hall amont au moment du déchargement ou d'opérations de manutention des déchets, au niveau des presses à balles ou à paquets et sur le process de tri. Etant identifiées comme zone à risque, les presses sont souvent protégées par un système d'extinction automatique et des RIA (Robinet d'Incendie Armé) : les départs de feu sont rapidement détectés et bien maîtrisés, sans trop de conséquences. Au niveau des halls amonts et du process, les dégâts peuvent être importants : en raison du pouvoir calorifique des déchets (papier, carton, plastiques, ...), de l'imbrication des machines, les départs de feu peuvent être rapidement non maîtrisables, et entraîner des conséquences majeures.

always be determined. About three-quarters of the 66 incidents identified were probably caused by lithium batteries and the rest were definitely caused by lithium batteries. About 60% of the fires occurred in materials recovery facility. The most destructive incidents took place in materials recovery facility, outside of operating hours, slowing down detection and/or intervention and making the fire control difficult.

Over the last few years, SUEZ has seen a 5% annual increase in the number of fires, taking all causes of fires into account, with an increase in the months of June to August. Excluding undetermined causes, lithium batteries are responsible for about 30% of the fires. The data was collected from January 2022 to August 2023. A total of 206 fires related to lithium batteries were recorded, mainly at non-hazardous waste storage facilities, sorting centres and waste-to-energy plants. Most of these fires were quickly extinguished by operators and were reported internally as part of a highly developed quality/safety policy.

In summary, fires in non-hazardous waste storage facilities or in waste-to-energy facilities are usually easily managed with limited spread and consequences. In household waste sorting centres, fires occurred mainly in the receiving area during waste unloading or handling, at the balers or packers, and during the sorting process. As the balers are identified as a risk area, they are often protected by an automatic extinguishing system and fire extinguishers: any fire is quickly detected and brought under control without too many consequences. The damage can be significant in the receiving area and the process: due to the calorific value of the waste (paper, cardboard, plastic, etc.) and the interlocking of the machines, fires can quickly become uncontrollable, with serious consequences.

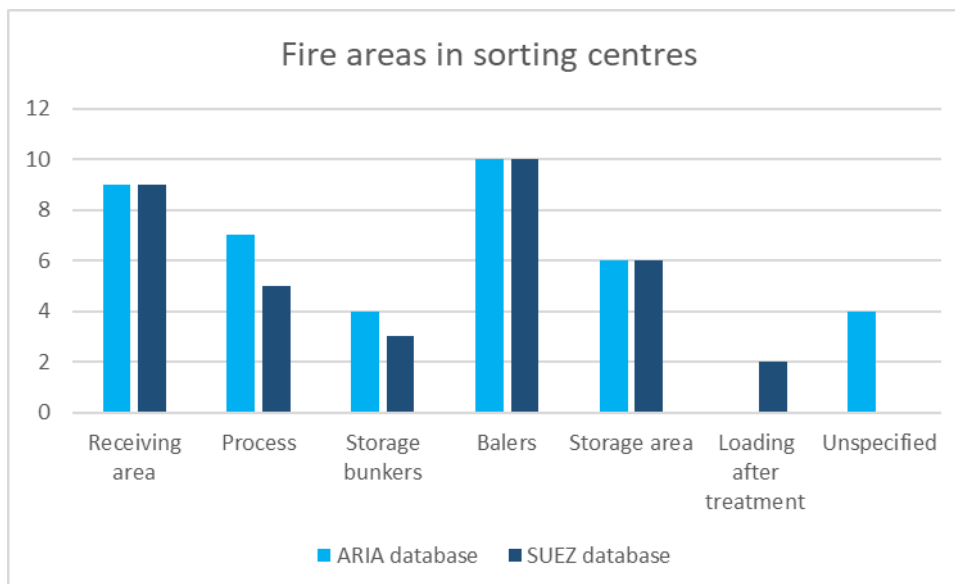


Figure 1 : Zones de départs de feu en centre de tri - base ARIA & SUEZ (Compilation RECORD, 2024)
Figure 1: Fire areas in sorting centres - ARIA and SUEZ database (RECORD compilation, 2024)

Les accidents sont marqués par une forte saisonnalité, et une augmentation du risque et des conséquences lorsque les départs de feu ont lieu en dehors des horaires d'exploitation ou sur des installations plus anciennes (vétusté de certains sites, sans détection ni extinction automatique ou sans compartimentage).

Mesures organisationnelles et techniques pour limiter les erreurs de tri et maîtriser le risque associé à la présence fortuite de P&A lithium

Pour résoudre cette problématique, des mesures peuvent être mises en place, dans un premier temps, pour limiter les erreurs de tri.

La sensibilisation auprès du grand public est un point clé : les collectivités locales peuvent être un bon relais de l'information tout en étant accompagnées financièrement et matériellement par les éco-organismes. Afin d'augmenter la visibilité et de limiter la multiplicité des messages, une campagne de communication à grande échelle pourrait être lancée par les éco-organismes les plus concernés (à ce jour Corepile, Screlec, Ecosystem et Ecologic). Il est également nécessaire de communiquer sur l'aspect sécuritaire, d'informer les usagers du risque incendie des P&A lithium tout au long de leur vie et de l'impact du mauvais geste de tri. Plusieurs campagnes de communication menées aux Etats-Unis, au Canada et au Royaume-Uni peuvent être prises pour exemple.

Un autre levier pour limiter les erreurs de tri est l'amélioration de la visibilité des points de collecte, en privilégiant par exemple les entrées principales des magasins pour leur localisation. Lorsque cela est possible et facile, les usagers devraient être incités à séparer les piles et batteries des appareils, avant de les déposer en point de collecte.

L'incitation pourrait par exemple passer par le biais de communication sur les bornes de collecte. Pour améliorer l'orientation de ces déchets vers une filière adaptée, une étiquette signalant la présence de P&A pourrait être apposée sur les DEEE. Un pictogramme danger, spécifique aux P&A lithium, pourrait être également ajouté. Un étiquetage harmonisé nécessiterait la mise en place d'une législation.

Accidents are highly seasonal, and the risk increases when fires start outside operating hours or in older facilities (some sites are outdated, without automatic detection, extinguishing system, or compartmentation).

Organisational and technical measures to limit improper disposal and to manage the risk related to the adventitious presence of lithium batteries

To solve this issue, measures can be implemented to limit improper disposal of lithium batteries.

Raising public awareness is a key issue: local authorities can be good relays of information, with financial and material support from producer responsibility organisations. In order to increase visibility and limit the multiplicity of messages, a large-scale communication campaign could be launched by the producer responsibility organisations most concerned (currently Corepile, Screlec, Ecosystem and Ecologic). It is also necessary to communicate the safety aspect, informing users about the fire risk of lithium batteries throughout their life and the consequences of improper disposal. Several communication campaigns carried out in the United States, Canada and the United Kingdom can serve as examples.

Another way to reduce improper disposal is to increase the visibility of collection points, for example by placing them at the main entrances to shops. Wherever possible and easy, users should be encouraged to separate batteries from appliances before taking them to collection points. This could be done, for example, by advertising collection points. A label indicating the presence of batteries could be affixed to WEEE to improve the channelling of this waste. A hazard symbol specific to lithium batteries could also be added. Harmonised labelling would require legislation.

Even if sorting errors are reduced, raising user awareness of the need to sort will not guarantee the absence of lithium batteries in household waste. Technical and organisational measures can be taken to improve risk control.

Based on previous analyses, the risk and consequences are particularly significant for sorting centres. In France, several

Même si les erreurs de tri diminuent, la sensibilisation des usagers au geste de tri ne pourra pas garantir l'absence de P&A lithium dans les ordures ménagères ou les emballages ménagers. Des mesures techniques et organisationnelles doivent être mises en place afin d'améliorer la maîtrise du risque.

D'après les analyses précédentes, le risque et les conséquences sont particulièrement importants pour les centres de tri d'emballages ménagers. Lors de la création de nouveaux bâtiments de centres de tri ou de modernisation importante d'existants, des mesures peuvent être appliquées dès la phase de conception : plusieurs arrêtés ministériels ont été publiés fin 2023 / début 2024 en réponse à l'augmentation des départs de feu dans le secteur du déchet. Les bâtiments doivent être compartimentés et les stocks de déchets îlotés dans les halls amont et aval afin de limiter la propagation du feu. Une protection particulière est recommandée pour les équipements à risque, tels que les overband / courant de Foucault (capture du flux métallique ferreux et non-ferreux) ou les presses.

Si des piles ou batteries sont identifiées ou récupérées, il est important de sensibiliser et de former les opérateurs à leur bonne prise en charge. Les éco-organismes en charge peuvent fournir des contenants adaptés pour le conditionnement des piles, comme des fûts métalliques, avec une procédure de sécurisation des flux. Ces fûts doivent être impérativement isolés du reste des déchets ou placés à l'extérieur. De même, pour les DEEE pouvant contenir des P&A qui doivent être stockés dans des conditions garantissant l'absence d'endommagement.

En matière de détection incendie, il est conseillé de prévoir :

- La mise en place de détection automatique (caméras thermiques, détecteurs de flammes, détecteurs de fumée) accompagnée d'une transmission automatique en heure non ouvrées des alertes ;
- La surveillance des stocks de déchets visibles par caméra permettant une levée de doute à distance ;
- La mise en œuvre de rondes régulières par l'exploitant dans les zones contenant des déchets inflammables (en cas d'absence du personnel : à la fermeture du site et 2 heures après l'arrivée des derniers déchets).

Une fois détecté, plus l'intervention est rapide et plus le départ de feu a des chances d'être maîtrisé. La plupart des départs de feu intervenant en période d'exploitation, la formation du personnel sur site est un point crucial. Tous les moyens d'extinction (sprinklage, RIA, extincteurs, déluges...) doivent être testés régulièrement. Pour une intervention plus efficace, un renforcement des relations avec le SDIS et la réalisation d'exercices réguliers inopinés sont nécessaires. Elle sera également facilitée si un maximum d'informations est transmis avant tout accident (plans du site, conditions d'accès, personnes à contacter...).

Pour accompagner financièrement les exploitants et encourager tous les sites à se mettre aux normes, un partage de la responsabilité des sinistres entre exploitants, éco-organismes et assureurs pourrait être envisagé. Les éco-organismes pourraient par exemple créer un fond spécifique pour subvenir aux coûts des incendies dans les centres de traitement de déchets. Cela pourrait passer par une intégration du coût des incendies liés au P&A lithium dans le système REP en augmentant par exemple l'écocontribution pour les producteurs / distributeurs de P&A lithium. Du côté des assurances, l'équivalent d'un fond de calamité pourrait être mis en place.

ministerial decrees have been published in late 2023/early 2024 in response to the increase of fires in the waste sector. Sorting centres must be separated into 3 different areas by structural firebreaks: reception, process and storage. To limit the spread of fire, waste must be segregated in reception and storage areas. Specific protection is recommended for high-risk equipment such as magnet / eddy current separators (to capture ferrous and non-ferrous metal waste) or balers.

Once batteries have been identified or recovered, it is important to inform and train operators in their proper handling. Producer responsibility organisations can provide suitable containers for packaging batteries, such as metal barrels, with a safety procedure. These containers must be isolated from the rest of the waste or placed outside. WEEE containing batteries should also be stored under specific conditions.

Regarding fire detection, it is advisable to provide for:

- *The installation of automatic detection systems (thermographic cameras, fire / smoke detectors) with automatic transmission of alarms during non-working hours,*
- *Monitoring of visible waste stocks by camera, so that any doubts can be resolved by remote control,*
- *Regular fire-watches of areas containing flammable waste at the end of operations and 2 hours after the last arrival of waste.*

Once detected, the faster the response, the greater the chance of controlling the fire. Since most fires start during operations, training of on-site personnel is a critical issue. All extinguishing systems (sprinklers, fire extinguishers, deluge, etc.) must be tested regularly. Closer relations with the fire services and regular unannounced drills are necessary for a more effective response. It will also be easier to provide as much information as possible before an accident (site plans, access, contacts, etc.).

In order to provide financial support to operators and encourage all sites to comply with standards, consideration could be given to sharing responsibility for losses between operators, producer responsibility organisations and insurers. For example, producer responsibility organisations could set up a specific fund to cover the costs of fires in waste management facilities. This could be achieved by incorporating the costs of lithium batteries fires into the EPR system, for example by increasing the eco-contribution for lithium batteries producers/distributors. The equivalent of a disaster fund could be established by insurance companies.

Some technological advances linked to artificial intelligence (AI) could reduce the risk of fire by identifying and isolating high-risk items before sorting. Many projects based on image recognition combined with AI are under development, either during waste collection (Ficha, Lixo, Rematics, etc.) or directly in the sorting process, such as Greyparrot, Viu More (detection of gas cylinders and soon batteries), Wasoria (development of a portal to detect hazardous waste) or the Declic project supported by FEDEREC and Team2. Other companies, such as LINEV Systems and the GRINNER project, are developing technologies that combine X-rays and artificial intelligence. This seems to be a very promising way to detect not only isolated batteries but also those embedded in WEEE. Once detected, there remains the issue of isolating these batteries/WEEE, which can be complex given the large flow of waste. These objects could be picked up by a robotic arm as with other types of waste (Recycleye, Waste Robotics, etc.).

Certaines avancées techniques liées à l'intelligence artificielle (IA) pourraient réduire le risque de départ de feu en identifiant et en isolant les éléments à risque avant les opérations de tri. De nombreux projets fondés sur la reconnaissance d'images associée à l'IA sont en cours de développement, soit lors de la collecte des déchets (Ficha, Lixo, Rematics...), soit directement sur les process de tri, tels que Greyparrot, Viu More (détection des bonbonnes de gaz et prochainement des batteries), Wasoria (développement d'un portique de détection des déchets dangereux) ou le projet Déclit porté par FEDEREC et Team2. D'autres entreprises comme LINEV Systems ou the GRINNER project développent des technologies associant rayons X et IA.

Cette piste paraît très prometteuse, permettant non seulement de détecter les P&A isolés mais aussi ceux intégrés dans les DEEE. Une fois détectés, il reste la question de l'isolement de ces P&A / DEEE, qui peut être complexe compte-tenu du flux de déchets important. Ces objets pourraient être captés à l'aide d'un bras robotisé, comme le sont d'autres déchets (Recycleye, Waste Robotics...).

Conclusions et perspectives

De nombreux P&A et petits DEEE se retrouvent dans les filières de gestion des déchets ménagers, par erreur de tri ou non tri volontaire. Ces éléments vont subir des chocs et/ou se retrouver dans des conditions de stockage inadaptées. Lorsque les P&A lithium sont soumis à des conditions anormales, telles qu'une surchauffe, une perforation ou un choc, il peut se produire une réaction chimique incontrôlée générant un emballement thermique, avec risque d'incendie. La majorité des installations de collecte et de traitement de déchets ménagers font face à des départs de feu réguliers, avec des conséquences variables selon la rapidité d'intervention et l'emplacement du départ de feu.

Les incendies dans les centres de tri d'emballages ménagers présentent un risque de dégâts importants, en particulier lorsqu'ils se déclarent au niveau du hall amont et du process. Les accidents sont marqués par une forte saisonnalité, et une augmentation du risque et des conséquences lorsque les départs de feu ont lieu en dehors des horaires d'exploitation ou sur des installations plus anciennes.

Pour maîtriser ce risque, des mesures peuvent être mises en place, d'une part pour limiter les erreurs de tri, d'autre part pour maîtriser le risque associé à la présence de P&A lithium dans les déchets ménagers. La sensibilisation auprès du grand public sur le geste de tri et les dangers des P&A lithium est un levier majeur. Les collectivités locales peuvent être un bon relais de l'information tout en étant accompagnées financièrement et matériellement par les éco-organismes. Il semble également nécessaire de communiquer sur la sécurité, d'informer les usagers du risque incendie des P&A lithium et de l'impact du mauvais geste de tri. La mise en place d'une identification (label, pictogramme...) des P&A lithium ou des DEEE en contenant pourrait par exemple améliorer le geste de tri, mais aussi permettre de les repérer et de les isoler dans la chaîne de tri.

Même si les erreurs de tri diminuent, la sensibilisation des usagers au geste de tri ne pourra pas garantir l'absence de P&A lithium dans les ordures ménagères ou les emballages ménagers. La maîtrise du risque dépend fortement des mesures organisationnelles mises en place sur les sites, du temps de détection des départs de feu et de la rapidité d'intervention pour l'extinction. Le compartimentage et l'ilotage, tout en veillant à respecter les hauteurs de stocks et ne pas dépasser les zones de stockage, permettent d'intégrer le risque incendie dès la conception d'un centre de tri.

Conclusions and outlook

Many batteries and small WEEE end up in household waste, either because they are mis-sorted or not sorted voluntarily. These items are subjected to shocks and/or stored in inappropriate conditions. If lithium batteries are exposed to abnormal conditions such as overheating, perforation or impact, an uncontrolled chemical reaction can occur, resulting in a thermal runaway and the risk of fire. Most household waste collection and treatment facilities are subject to regular fires, the consequences of which vary depending on the speed of response and the location of the fire.

Fires in sorting centres pose a risk of major damage, particularly if they occur in the reception area and in the process. Accidents are highly seasonal, and the risk increases when fires start outside operating hours or in older facilities.

To solve this problem, measures can be taken to limit mis-sorting and control the risk associated with the presence of lithium batteries in household waste. Raising public awareness about sorting and the hazards of lithium batteries is an important lever. Local authorities can be good information relays, with financial and material support from organisations. It also seems necessary to communicate on the safety aspect, informing users about the fire risk of lithium batteries and the consequences of incorrect sorting. For example, the introduction of an identification system (label, pictogram, etc.) for lithium batteries or WEEE containing lithium batteries could improve the sorting behaviour of users, but also make it possible to identify and isolate them in the sorting process.

Even if sorting errors are reduced, raising awareness will not guarantee the absence of lithium batteries in household waste or packaging. Risk control depends largely on the organisational measures in place at the sites, the time taken to detect the fire and how quickly it is extinguished. The risk of fire can be taken into account in the design of a sorting centre by dividing the buildings into 3 areas, segregating the waste, ensuring that the height of the stock is respected, and that the storage areas are not exceeded.

There is currently no mature technology for detecting and extracting lithium batteries, but several projects are under development. Technology combining X-rays and artificial intelligence seems particularly promising, as it could detect not only isolated batteries, but also those embedded in WEEE. To isolate these batteries/WEEE, several companies are investigating the possibility of using robotic arms to capture these objects. It will be interesting to see how these technologies develop over the next few years.

Aujourd'hui, il n'existe pas de technologie mature capable de détecter et d'extraire les piles et batteries lithium, mais plusieurs projets sont en cours de développement. La technologie associant rayons X et intelligence artificielle semble être une piste particulièrement prometteuse, puisqu'elle permettrait non seulement de détecter les P&A isolés mais aussi ceux intégrés dans les DEEE. Pour l'isolement de ces P&A/DEEE, plusieurs entreprises étudient la possibilité de capter ces objets à l'aide de bras robotisé. L'évolution des technologies présentées est à suivre dans les prochaines années.