



# UNE ENQUÊTE EXPLOSIVE

*D'après une conférence de madame Sandrine Pereira Rodrigues,  
Laboratoire central de la préfecture de police.*

**A**vec Max et Lea, mène l'enquête en utilisant les méthodologies et le fonctionnement d'un laboratoire d'analyse mobile appelé sur le terrain d'une scène de crime. Il s'agit d'un cas fictif mais néanmoins inspiré de faits réels.





### Les faits

6H30, un dimanche matin, une forte explosion fait trembler tout un quartier d'une zone pavillonnaire tranquille.

La police, les sapeurs-pompiers et le SAMU sont alertés.

### Sécurisation des lieux

Les démineurs du LCPP (Laboratoire central de la préfecture de police) sont appelés et installent un périmètre de sécurité autour du siège de l'explosion : un cabanon situé dans le jardin d'un pavillon (*Figure 1*).



Figure 1

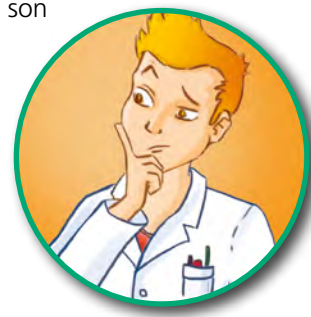
Périmètre de sécurité sur le lieu de l'explosion.

## L'enquête commence

### Les faits

L'occupant des lieux est retrouvé inanimé sur l'herbe, gravement blessé sur tout le corps notamment le bas-ventre déchiré et présentant des brûlures au niveau des cheveux. Il est en détresse respiratoire, et son avant-bras droit a été arraché.

Il est évacué vers les services hospitaliers.





## Les premiers éléments

### Identité de l'occupant des lieux

35 ans, célibataire.

Actuellement sans emploi connu, après avoir abandonné des études de chimie.

Taciturne, solitaire, peu de relations avec le voisinage.

Ses proches voisins signalent qu'il effectue de nombreux allers-retours nocturnes depuis la maison vers le cabanon dans lequel il passe beaucoup de temps.

Les services de police visionnent la caméra de vidéosurveillance d'un pavillon voisin.

Figure 2

Reconstitution en terrain d'essai de l'explosion survenue, sur la base des constatations techniques réalisées à partir des images de vidéosurveillance (effets de souffle et thermiques, projections).



### Question 1

Quelle hypothèse de base peux-tu formuler pour la suite de l'enquête à partir des images de la *figure 2* ? (5 pts)

- Hypothèse A : incendie explosif.
- Hypothèse B : explosion incendiaire.

### Dommages constatés à l'intérieur du cabanon

### Question 2

À partir des photos prises par l'équipe d'investigation (*Figure 3*) coche sur le tableau 1, les dommages effectivement constatés dans le cabanon. (1 pt par réponse exacte)



**Figure 3**

Photos prises dans le cabanon après l'explosion.

**Tableau 1** Dommages constatés dans le cabanon.

Multitude de petits débris	...
Nombre limité de débris plutôt de grosse taille	...
Projection sur de grande distance	...
Projection sur des distances limitées	...
Cloisons et portes arrachées	...
Cloisons et portes peu déplacées	...
Carbonisation limitée et plutôt localisée	...
Carbonisation étendue	...

**Question 3**

Pour la suite de l'enquête, privilégies-tu l'hypothèse A, l'hypothèse B ou une troisième hypothèse C : une fuite de gaz naturel ? (5 pts)

.....



### Inspection générale des lieux par les démineurs

De très nombreux produits sont retrouvés non seulement dans le cabanon mais aussi dans la maison : dans le sous-sol, la cuisine et la salle de bains.

Des produits emballés facilement identifiables (*Figure 4*) dont certains sont des produits commerciaux et d'autres de laboratoire mais facilement accessibles tels que : acétone, acide sulfurique, eau oxygénée, nitrate, chlorate, engrais.



Figure 4

Photos des différents produits identifiables trouvés dans la maison.

Des produits non identifiés (*Figure 5*) sous formes de poudres de diverses couleurs (blanche, brune...) dans des récipients variés (verrerie de laboratoire, moules à gâteaux, sacs plastiques...) sont retrouvés dans le cabanon.

Dans la cuisine et dans la salle de bains de la maison, on trouve des boîtes contenant de la poudre blanche, des sacs blancs remplis de granulés blancs (sans aucune mention), dans le réfrigérateur des petits ramequins, de la poudre blanche légèrement cristallisée, des blocs de matière souple élastique dont l'aspect évoque des galettes alimentaires, de nombreuses autres poudres suspectes (ocre, rose, blanche, jaune) dans des récipients très divers.



Figure 5

Photos des différents produits non identifiés trouvés dans la maison.

Question 4

Quelles hypothèses semblent pouvoir être éliminées ?

Justifie ta réponse. (2 pts)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





## Analyse sur le terrain en vue de l'identification des substances trouvées

Par mesure sécuritaire, les démineurs effectuent des prélèvements de quantités infimes des produits qui sont transmis au fur et à mesure au laboratoire mobile qui est positionné en base arrière dans la rue (*Figure 6*).



Figure 6

Laboratoire mobile.

Les experts chimistes des EPI (équipement de protection individuel) prennent en charge les prélèvements (*Figure 7*) pour :

- rechercher à l'aide de détecteurs spécifiques, les dangers éventuels présentés par les produits (radiations, vapeurs toxiques) (*Figure 8*) ;
- puis effectuer des analyses systématiques en vue de leur identification (*Figures 9 et 10*).



Figure 7

Divers kits de prélèvement pour assurer un prélèvement intègre et représentatif.

**A)** Gaz et vapeurs : pompes, poches en matière souple de un à deux litres et tubes absorbants (charbon actif, gel silice, polymères type Tenax®) ; **B)** liquide et solides : emballage adapté (verre, plastique, étanchéité).

Source : trois dernières photos : Préfecture de police.

<p>Explosimètre (gaz et liquides volatils) Composés inflammables</p>	 <p>Gazmètre, GMI</p>
<p>Oxygéno-mètre</p>	 <p>Industrial Scientific</p>
<p>PID : détecteur à photo-ionisation FID : détecteur à ionisation de flamme (gaz et liquides volatils) Composés Organiques Volatils</p>	 <p>MiniRAE                      SEWERIN</p>

Figure 8

Différents détecteurs.





Cellules électrochimiques spécifiques  
(gaz et liquides volatils)  
monoxyde de carbone CO, ammoniac  $\text{NH}_3$ ,  
acide cyanhydrique HCN, hydrogène sulfuré  
 $\text{H}_2\text{S}$ , chlore  $\text{Cl}_2$



*Industrial Scientific*

AP4C : photométrie de flamme  
(gaz et liquides)  
Phosphore, Soufre, Arsenic, Composés azo-  
tés, Composés Organiques Volatils  
(gaz et liquides)

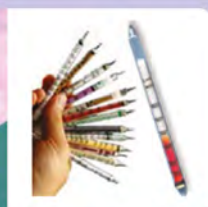


*Proengin*

Bandelettes colorimétriques  
spécifiques et papier pH  
(ions dans liquides ou solides solubilisables)



Tubes colorimétriques spécifiques  
(gaz et liquides volatils)  
jusqu'à 34 composés



*Draeger*

**Figure 9**

Détecteurs mis en œuvre sur le terrain pour retrouver  
la famille du produit chimique.



<p>Spectrométrie Infrarouge à transformée de Fourier (IRTf) (liquides et solides) – (gaz et liquides volatils)</p>	 <i>Smiths detection</i>	 <i>Gaset</i>
<p>Spectrométrie de fluorescence X dispersif énergie (liquides et solides)</p>	 <i>Bruker</i>	
<p>Spectrométrie Raman (liquides et solides)</p>	 <i>AHURA</i>	
<p>Chromatographie en phase gazeuse couplée à de la spectrométrie de masse (CPG/SM) (gaz et liquides volatils)</p>	 <i>Inficon</i>	 <i>Bruker</i>

**Figure 10**

Exemples de matériels couramment utilisés par le laboratoire mobile.



## Analyse de la poudre brune retrouvée dans le plat de cuisson en terre cuite de la figure 5

**Aspect** : mélange de particules de couleurs blanche et jaune comme de la cassonade.

**Choix du matériel d'analyse** : spectrométrie de fluorescence X (SFX), spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF), spectrométrie Raman.

### Question 5

Est-ce le bon choix ? Justifie ta réponse. (3 pts)



.....

.....

.....

.....

.....

**Analyses** : l'analyse (SFX) permet d'identifier les atomes présents dans un mélange de matières organiques (à base de carbone, hydrogène, oxygène) : on identifie, ici, la présence massive de chlore (Cl) et de sodium (Na).

Les spectres SFX, Raman et IRTF du chlorate de sodium sont représentés par les courbes noires sur les *figures 11 A, B et C*.

Les spectres SFX, Raman et IRTF de la poudre brune sont représentés par les courbes rouges sur les *figures 11 A, B et C*.

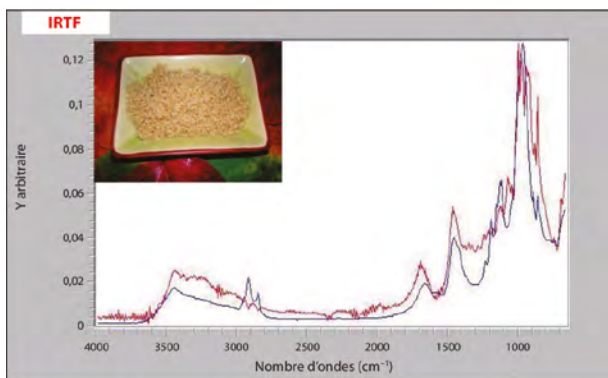
Si on fait un tri dans la poudre brune pour éliminer le maximum de particules blanches du mélange, on obtient trois spectres semblables aux courbes noires des *figures 11*.

Si on mélange du chlorate de sodium avec du sucre, on obtient pour ce mélange, les trois spectres rouges de la *figure 11*.



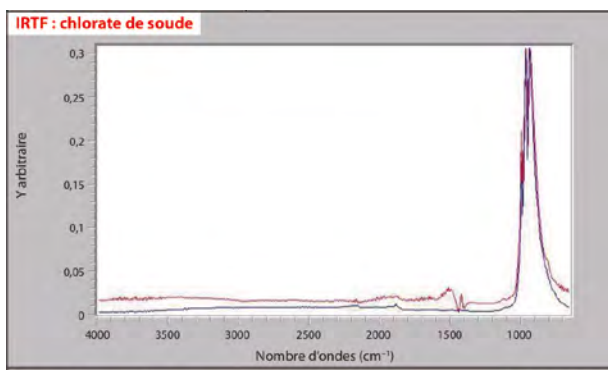
### Remarque

Le chlorate de sodium  $\text{NaClO}_3$  est un explosif.



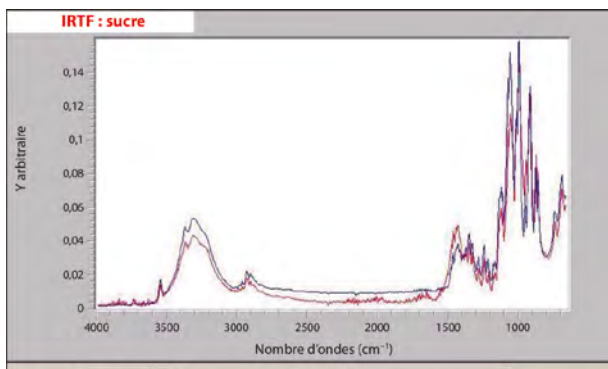
Color	Quality	File/Library	Description
Red		20140204	
Blue	0.91494	POUDRES.CEB.lib(142)	LESSIVE POUVRE

A



Color	Quality	File/Library	Description
Red		2014 01 23	
Blue	0.98819	EXPL.LCLCP.LIB(8)	chlorate de soude

B



Color	Quality	File/Library	Description
Red		2014 01 23	
Blue	0.94036	POUDRES.CEB.LIB(182)	SUCRE GLACE

C

**Figure 11**

Résultats des analyses spectrométriques du mélange de la poudre brune :  
**A)** spectre de fluorescence X ;  
**B)** spectre Raman ;  
**C)** spectre IRTF de la poudre brune.



### Question 6

De quoi est constituée la poudre brune ? (5 pts)

.....

.....

.....

.....

.....

## Analyse des prélèvements réalisés sur les blocs de matière souple ressemblant à de la galette alimentaire



### Remarque

La présence sur le lieu de l'explosion de chlorate de sodium, et la puissance de l'explosion font soupçonner la présence d'un explosif artisanal classique tel que le TATP (peroxyde d'acétone).

L'analyse par SFX indique que ces blocs ne contiennent que de la matière organique (carbone, hydrogène oxygène, ou azote).

Les spectres IR et Raman du TATP sont comparés à ceux des échantillons prélevés sur les galettes (*Figure 12*).

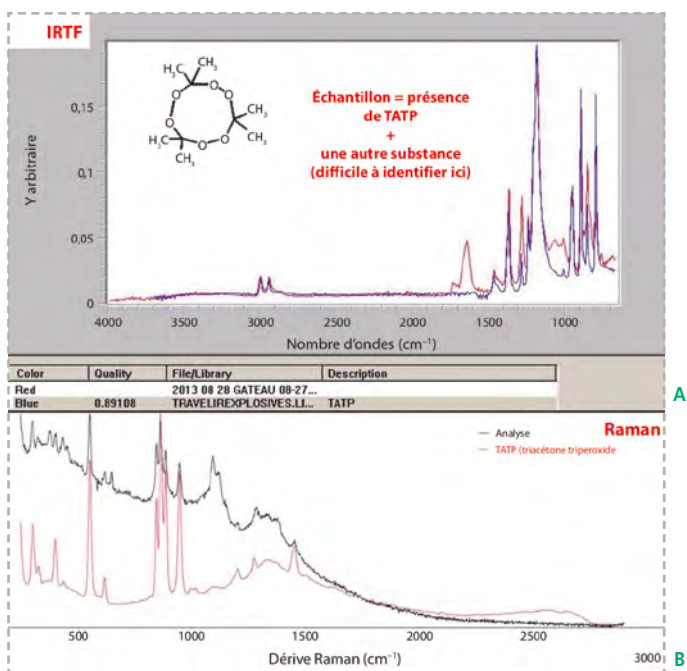


Figure 12

Analyse sur le terrain de la galette :  
A) spectre IRTF ;  
B) spectre Raman.



**Question 7**

Que contient la galette ? Justifie ta réponse. (3 pts)

.....

.....

.....

.....

.....



**Remarque**

Le TATP est une poudre blanche alors que la galette présente un aspect jaune clair et une consistance élastique : il faut donc poursuivre l'enquête.

## Analyse du reste des prélèvements des nombreuses poudres suspectes

Rien ne permet à l'œil nu d'établir la nature chimique des nombreuses poudres suspectes. Par mesure de sécurité, l'analyse sur le terrain est donc indispensable avant tout déplacement des produits.

De nombreuses substances sont identifiées (Figure 13).



**Figure 13**

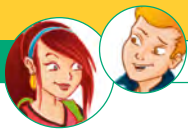
Identification des substances retrouvées sur le lieu de l'explosion.



**Remarque**

Le PETN connu sous le nom de pentrite est un explosif très puissant, plus sensible aux chocs ou à la friction que le TNT. Il est utilisé dans les cordeaux détonants pour les mines ou les carrières.

Des explosifs sensibles et puissants sont présents parmi les produits retrouvés. Leur état est inconnu et il convient de les neutraliser avant tout déplacement.



## Fin de l'intervention sur le terrain : neutralisation et évacuation des produits dangereux

Les différents types d'explosifs sont neutralisés sur le site par les démineurs par solubilisation dans un solvant adapté afin de permettre le transport jusqu'à un site où ils seront détruits (*Figure 14*).

Les produits chimiques non sensibles sont évacués de manière classique et des prélèvements conservatoires constitués sur chacun.

**Figure 14**

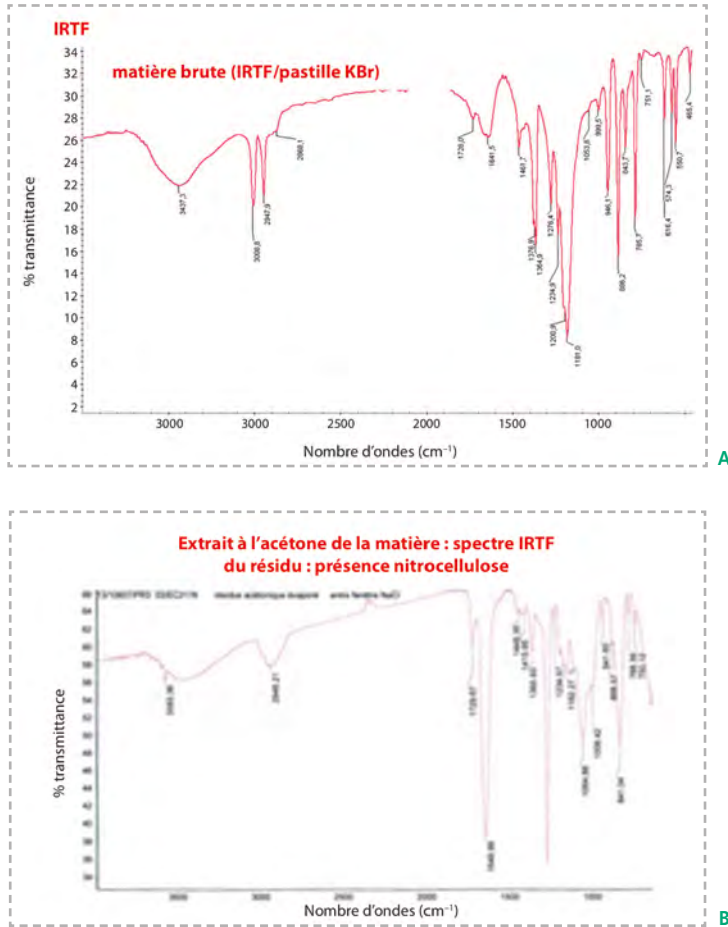
La fin de l'intervention :  
**A)** démineur du LCPP en tenue lourde EOD ;  
**B)** TATP en cours de neutralisation ;  
**C)** neutralisation du TATP sur site par solubilisation ;  
**D)** évacuation des produits chimiques après constitution de prélèvements conservatoires.



## Analyse des prélèvements de galette au laboratoire d'analyse de la préfecture de police (LCPP)

Le TATP est extrait sélectivement des échantillons de galette par traitement à l'acétone.

Les spectres IRTF des échantillons de galette avant et après extraction du TATP sont comparés (*Figure 15*).



**Figure 15**  
Analyse de la galette en laboratoire : A) spectre IRTF de la matière brute ; B) spectre IRTF du résidu obtenu après extraction du TATP présent.

Par comparaison avec une banque de données, le spectre de l'échantillon B est identifié à celui de la nitrocellulose.

**Question 8**

Quelle est la composition des galettes ? (3 pts)

.....

.....

.....

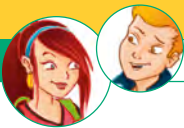
.....

.....

**Remarque**

La nitrocellulose est connue pour réduire la sensibilité du TATP.





## Conclusion de l'enquête

L'occupant des lieux sera mis en examen et emprisonné dès sa sortie de l'hôpital.

### Question 9

Pourquoi ? Justifie ta réponse par une liste de preuves. (3pts)



D'après l'article L2353-4 modifié par la loi n° 2005-1550 du 12 décembre 2005 – art.12 JORF 13 décembre 2015 sont punies d'un emprisonnement de cinq ans et d'une amende de 3 750 € :

1. la fabrication sans autorisation d'un engin explosif ou incendiaire ou d'un produit explosif, quelle que soit sa composition ;
2. la fabrication de tout autre élément ou substance destiné à entrer dans la composition d'un produit explosif.

Les peines sont portées à dix ans d'emprisonnement et à 500 000 € d'amende lorsque l'infraction est commise en bande organisée.

Le projet de loi présenté en juillet 2014 vise à renforcer l'arsenal juridique français dans la lutte contre les actes antiterroristes par le renforcement du code pénal en prenant en compte l'interdiction de diffusion de procédés permettant la fabrication d'engins explosifs et la notion d'entreprise terroriste individuelle.



## Corrigé

- Q1 :** Il s'agit d'une explosion ayant entraîné un incendie, donc l'hypothèse B est exacte.
- Q2 :** On voit des Mutiltude de petits débris/ Projection sur des distances limitées/ Cloisons et portes arrachées/ Carbonisation limitée et plutôt localisée
- Q3 :** Il faut privilégier l'hypothèse B.
- Q4 :** L'explosion accidentelle semble devoir être éliminée car les différents produits trouvés dans les lieux témoignent de la présence d'un laboratoire improvisé.
- Q5 :** C'est en effet un bon choix car les trois techniques servent à identifier les liquides et les solides.
- Q6 :** La poudre brune est constituée d'un mélange de chlorate de sodium et de sucre.
- Q7 :** La galette contient du TATP + une autre substance difficile à identifier, en effet, on peut noter la présence de toutes les bandes IR et Raman du TATP.
- Q8 :** Les galettes sont composées de TATP + nitrocellulose et ce, afin de réduire la sensibilité de l'explosif lors de sa manipulation.
- Q9 :** De nombreuses traces d'explosifs puissants et sensibles ont été retrouvées un peu partout dans la maison, dans des récipients de nature très diverse qui témoignent d'un laboratoire de fabrication artisanale d'explosifs donc d'une activité terroriste.
- Si tu as plus de 25 points, tu es un brillant enquêteur et tu pourras peut-être plus tard travailler dans la police scientifique. Lis attentivement le chapitre suivant.