

Recyclage des téléphones portables en utilisant les rayons X.

Stage de 5 mois à partir de février 2025 au sein du SIMAP
en collaboration avec le CEA et l'entreprise le GSM

Contexte et problématique : La téléphonie mobile est un marché toujours en expansion et représente entre 18 et 20 millions de vente d'appareils en France chaque année [1]. Ce marché dynamique s'explique par un renouvellement important des téléphones par les particuliers : le changement d'un téléphone se fait en moyenne tous les 2 ans pour 65% des possesseurs de téléphone [2] pour différentes raisons. **Malgré le marché de seconde main qui se développe, environ 10% des téléphones sont jetés chaque année en France ce qui représente environ 2 millions d'appareils** [3,4]. Actuellement pour être remis sur le marché les mémoires des téléphones doivent être effacées. Cet effacement se fait par un logiciel certifié (blancco [5]) mais certaines entreprises ou organisations gouvernementales préfèrent détruire leurs téléphones car cette méthode logicielle n'est pas efficace à 100%.

En 2017, une équipe du CEA a pu montrer qu'il était possible de changer les états de transistor dans les mémoires Flash ou SRAM en utilisant un rayonnement synchrotron [6] et plus récemment avec Grenoble INP-UGA en utilisant une source RX de laboratoire [7]. Ces expériences ont ouvert la voie à la possibilité d'effacer les mémoires flash des composants électroniques de manière rapide et sûre à 100%. Des expériences préliminaires d'effacement des mémoires des téléphones portables ont été menées par le GSM. Si ces expériences sont encourageantes voire même concluantes pour certains types de téléphones, **les conditions expérimentales (énergie des RX, dose des RX, distance source/objets électronique, traitement thermique) doivent être déterminées pour optimiser l'effacement, préserver les autres composants électroniques du téléphone pour pouvoir recycler les téléphones.**

Les différentes étapes de ce stage expérimental :

- **Etape 1** : Effets thermiques et de dose RX sur l'effacement d'une mémoire flash modèle (composant test TSOP48) et comparaison avec la simulation (autre stage au CEA) lors d'exposition aux rayons X avec la source du SIMAP : identification des conditions optimales d'effacement
- **Etape 2** : Mise en œuvre d'un effacement à partir du téléphone (sans démontage de la mémoire flash) pour différents types de modèles à reconditionner : identification des conditions optimales (effacement total sans endommagement le plus rapide possible) pour différents types de modèles.
- **Etape 3** : Analyse des effets des RX sur les autres composants (écran OLED) et recherche de solutions en cas d'endommagement.

Profil requis : 3^{ème} année d'école d'ingénieur ou master 1 avec un profil « matériaux » et/ou « électronique » intéressé.e par le recyclage et attiré.e par l'expérimental. Ce stage se fera en collaboration avec le GSM (entreprise qui recycle les téléphones pour différents opérateurs) et le CEA Grenoble (avec un autre stagiaire de Phelma qui travaille sur la simulation) dans le cadre d'un projet ANR MITIX et d'un projet ADEME REPEX.

Contacts : luc.salvo@grenoble-inp.fr

[1] <https://www.planetoscope.com/electronique/305-nombre-de-telephones-jetes-dans-le-monde.html>

[2] <https://www.republik-retail.fr/rse/seconde-main/les-chiffres-cles-du-marche-du-mobile-reconditionne-en-france.html>

[3] <https://reporterre.net/La-folie-du-smartphone-un-poison-pour-la-planete>

[4] <https://impactco2.fr/numerique/smartphone>

[5] <https://www.blancco.com/fr/>

[6] Anceau, S., Bleuet, P., Clédière, J., Maingault, L., Rainard, J. L., & Tucoulou, R. (2017). Nanofocused X-ray beam to reprogram secure circuits. In Cryptographic Hardware and Embedded Systems—CHES 2017: 19th International Conference, Taipei, Taiwan, September 25-28, 2017, Proceedings (pp. 175-188). Springer International Publishing.

[7] Maingault, L., Anceau, S., Sulmont, M., Salvo, L., Clédier, J., Lhuissier, P., ... & Rainard, J. L. (2021, November). Laboratory x-rays operando single bit attacks on flash memory cells. In International Conference on Smart Card Research and Advanced Applications (pp. 139-150). Cham: Springer International Publishing.

Recycling cell phones using X-rays.

5-month internship starting in February 2025 at SIMAP in collaboration with the CEA and the GSM company.

Context : The cell phone market is still expanding, with between 18 and 20 million handsets sold in France every year [1]. This dynamic market can be explained by the high level of phone renewal by individuals: on average, 65% of phone owners change their phone every 2 years [2], for a variety of reasons. Despite the growing second-hand market, around 10% of telephones are thrown away every year in France, representing some 2 million devices [3,4]. To be put back on the market, the phone's memory has to be erased. This erasure is carried out by certified software (blancco [5]), but some companies or government organizations prefer to destroy their phones because this software method is not 100% effective.

In 2017, a CEA team was able to show that it was possible to change transistor states in Flash or SRAM memories using synchrotron radiation [6] and more recently with Grenoble INP-UGA using a laboratory RX source [7]. These experiments paved the way for the possibility of erasing flash memories from electronic components rapidly and with 100% safety. Preliminary experiments to erase cell phone memories have been carried out by GSM. While these experiments are encouraging and even conclusive for certain types of phone, **the experimental conditions (X-ray energy, X-ray dose, distance between source and electronic objects, heat treatment) need to be determined to optimize erasure, preserve the phone's other electronic components and enable the phones to be recycled.**

The various stages of this experimental stage:

- **Stage 1**: Thermal and X-ray dose effects on the erasure of a model flash memory (TSOP48 test component) and comparison with simulation (other internship at CEA) during X-ray exposure with the SIMAP source: identification of optimum erasure conditions.
- **Stage 2**: Implementation of erasure from the phone (without dismantling the flash memory) for different types of models to be reconditioned: identification of optimum conditions (total erasure without damage as quickly as possible) for different types of models.
- **Stage 3**: Analysis of the effects of RX on other components (OLED screen) and search for solutions in the event of damage.

Requirements: 3rd year engineering student or Master 1 with a "materials" and/or "electronics" profile, interested in recycling and experimental work. This internship will be carried out in collaboration with GSM (a company that recycles telephones for various operators) and CEA Grenoble (with another company).

[1] <https://www.planetoscope.com/electronique/305-nombre-de-telephones-jetes-dans-le-monde.html>

[2] <https://www.republik-retail.fr/rse/seconde-main/les-chiffres-cles-du-marche-du-mobile-reconditionne-en-france.html>

[3] <https://reporterre.net/La-folie-du-smartphone-un-poison-pour-la-planete>

[4] <https://impactco2.fr/numerique/smartphone>

[5] <https://www.blancco.com/fr/>

[6] Anceau, S., Bleuet, P., Clédière, J., Maingault, L., Rainard, J. L., & Tucoulou, R. (2017). Nanofocused X-ray beam to reprogram secure circuits. In Cryptographic Hardware and Embedded Systems—CHES 2017: 19th International Conference, Taipei, Taiwan, September 25-28, 2017, Proceedings (pp. 175-188). Springer International Publishing.

[7] Maingault, L., Anceau, S., Sulmont, M., Salvo, L., Clédière, J., Lhuissier, P., ... & Rainard, J. L. (2021, November). Laboratory x-rays operando single bit attacks on flash memory cells. In International Conference on Smart Card Research and Advanced Applications (pp. 139-150). Cham: Springer International Publishing.