

Sciences et smartphones : détection des rayons cosmiques et autres applications



François Brun
Apéro du SPP – 09/01/2015

Sciences et smartphones : détection des rayons cosmiques et autres applications

Ordinateur



- Processeur quadri-coeur à 2.5GHz
- 2 GB de mémoire RAM
- 16 GB de stockage
- Programmation d'applications possible

François Brun
Apéro du SPP – 09/01/2015

Sciences et smartphones : détection des rayons cosmiques et autres applications

Ordinateur

Connecté



- Réseau téléphonique
- Wifi
- Bluetooth

Sciences et smartphones : détection des rayons cosmiques et autres applications

Ordinateur

Connecté

Capteurs



- Accéléromètres
- Gyroscope
- Magnétomètre
- APN (CMOS)
- Microphones
- Détecteur de proximité
- Capteur de luminosité
- Capteur de pression, température, humidité

Sciences et smartphones : détection des rayons cosmiques et autres applications

Ordinateur

Connecté

Capteurs



Il est aussi possible
d'utiliser toutes ces
capacités !

François Brun
Apéro du SPP – 09/01/2015

Sciences et smartphones : détection des rayons cosmiques et autres applications

Observing Ultra-High Energy Cosmic Rays with Smartphones

Daniel Whiteson,¹ Michael Mulhearn,² Chase Shimmin,¹ Kyle Brodie,¹ and Dustin Burns²

¹*Department of Physics and Astronomy, University of California, Irvine, CA 92697*

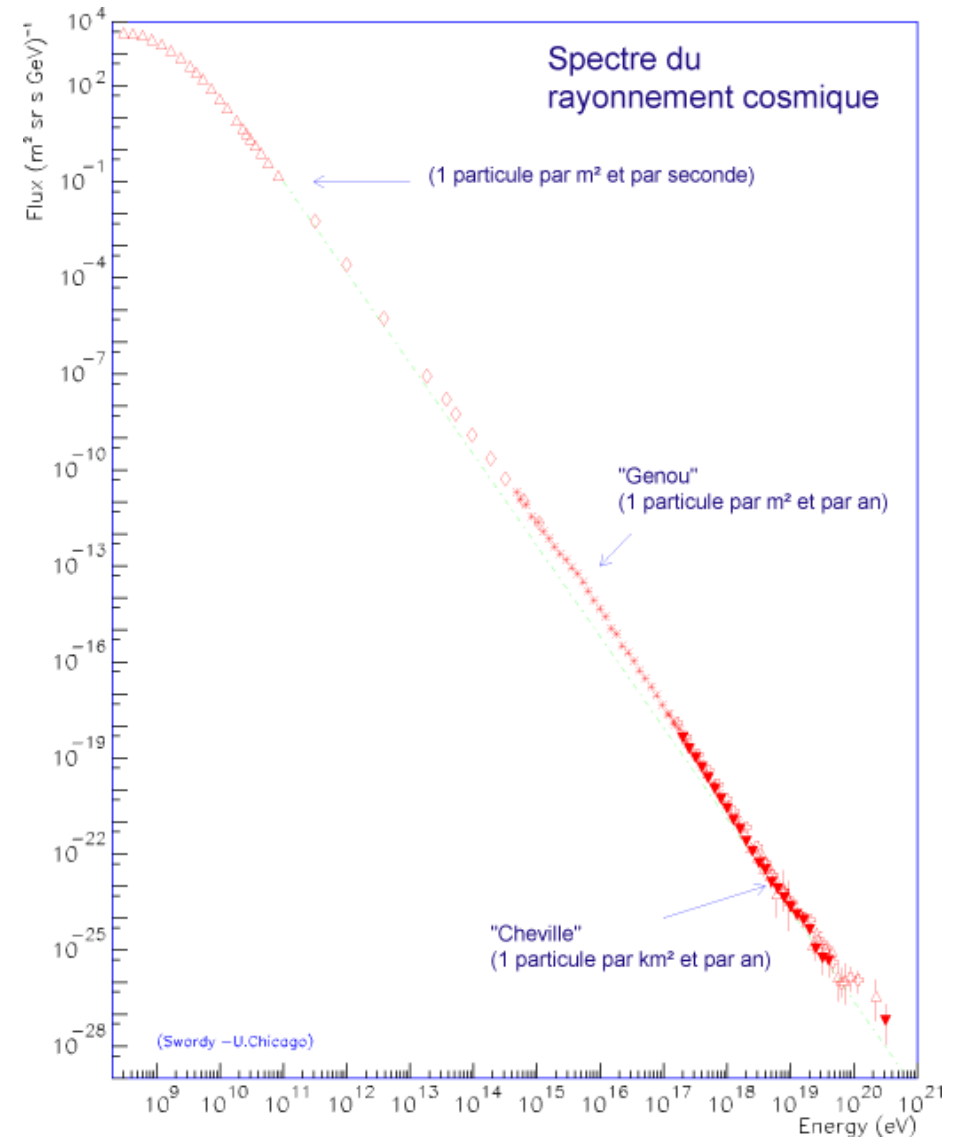
²*Department of Physics, University of California, Davis, CA*

ArXiv:1410.2895v1

D'autres applications ?

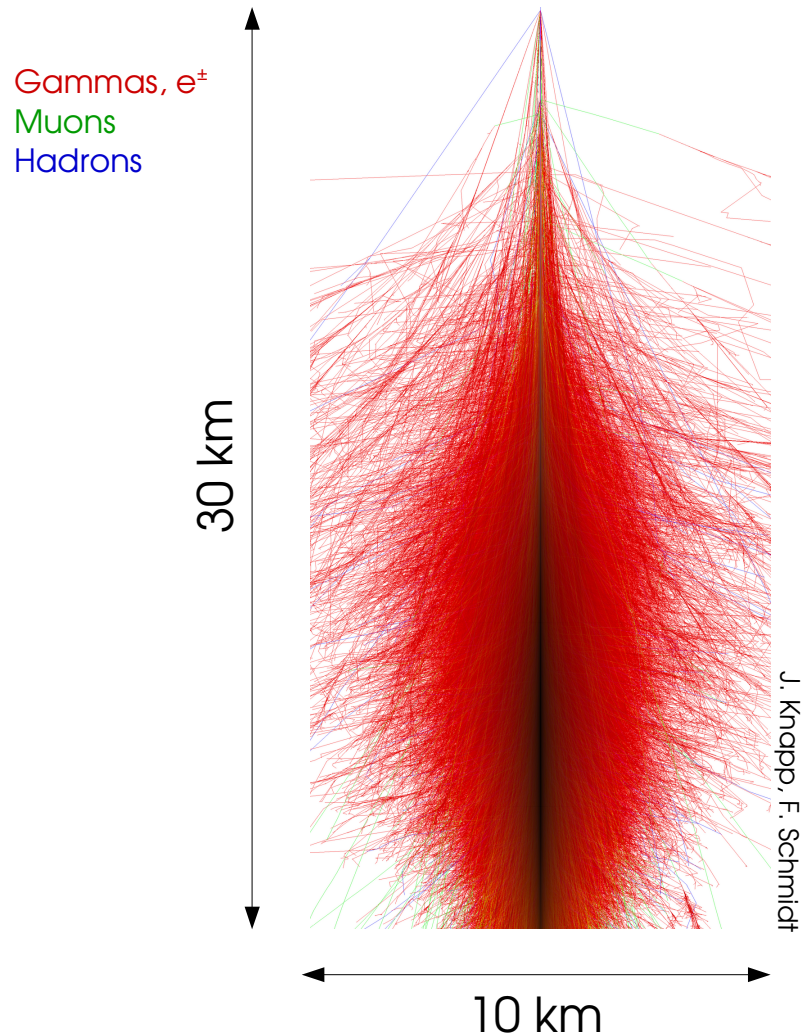
Rayons cosmiques d'Ultra Haute Énergie

- UHECR ($E > 10^{18}$ eV)
 - Origine ?
 - Accélération ?
- Peu déviés par les champs magnétiques
- Évènements rares...



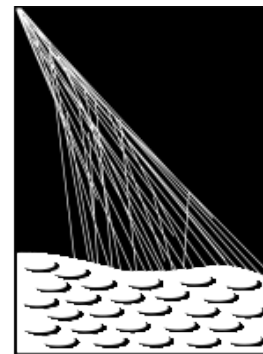
Rayons cosmiques d'Ultra Haute Énergie

Proton 10^{14} eV
Simulation CORSIKA

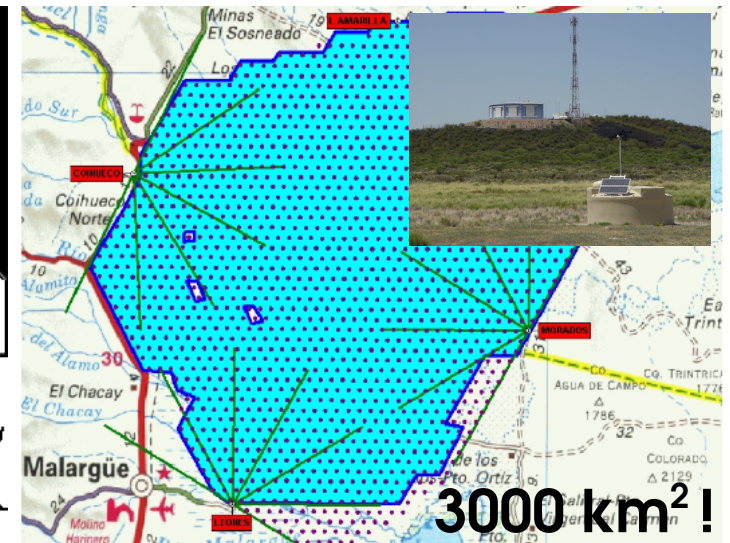


- Détection

- particules secondaires des gerbes atmosphériques
- Nécessite le déploiement d'un détecteur sur une très grande surface !

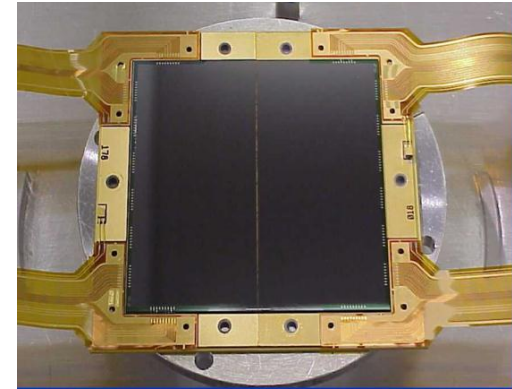


**PIERRE
AUGER
OBSERVATORY**



L'APN du smartphone, un détecteur de particules

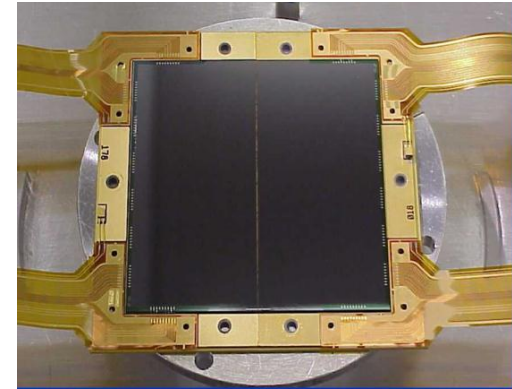
- CCD, CMOS
 - Interaction dans le matériau semi-conducteur crée un courant mesurable
 - Effet bien connu des astronomes



6x6cm
WFC-CCD
(Hubble)

L'APN du smartphone, un détecteur de particules

- CCD, CMOS
 - Interaction dans le matériau semi-conducteur crée un courant mesurable
 - Effet bien connu des astronomes



6x6cm
WFC-CCD
(Hubble)

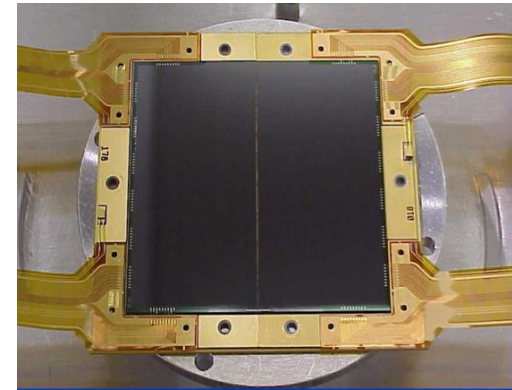


Clichés « bruts » de la
CCD de Hubble

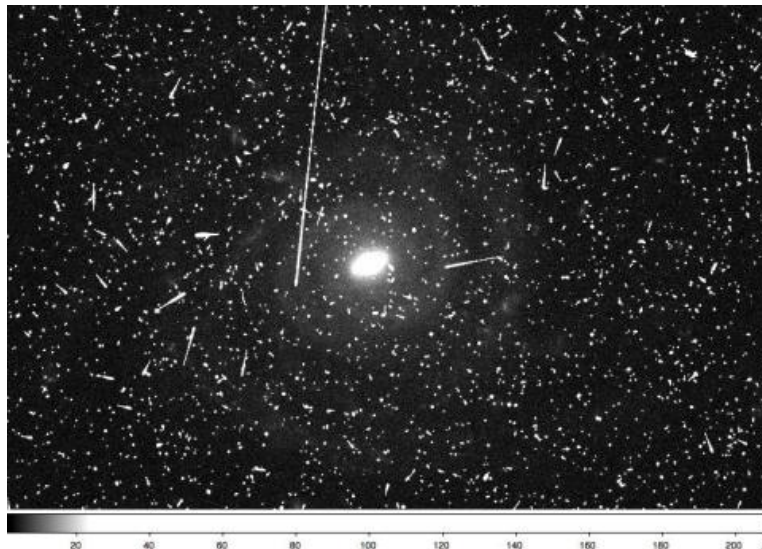
<http://www.exploratorium.edu>

L'APN du smartphone, un détecteur de particules

- CCD, CMOS
 - Interaction dans le matériau semi-conducteur crée un courant mesurable
 - Effet bien connu des astronomes

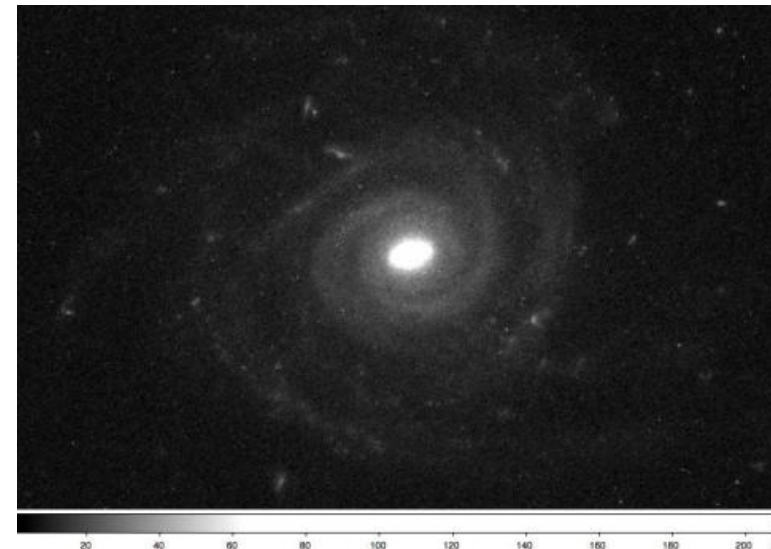


6x6cm
WFC-CCD
(Hubble)



<http://blog.galaxyzoo.org>

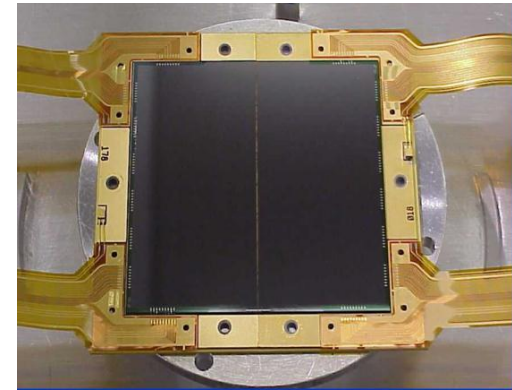
Cliché « brut » de la
CCD de Hubble



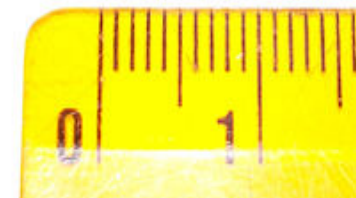
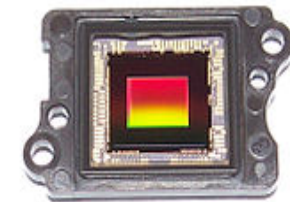
... Après avoir enlevé les
traces dues aux RC

L'APN du smartphone, un détecteur de particules

- CCD, CMOS
 - Interaction dans le matériau semi-conducteur crée un courant mesurable
 - Effet bien connu des astronomes
- APNs des smartphones :
 - Capteurs CMOS



6x6cm
WFC-CCD
(Hubble)



Capteur CMOS Sony
(EXMOR R)

Using CMOS Sensors in a Cellphone for Gamma
Detection and Classification

Joshua J. Cogliati (Joshua.Cogliati@inl.gov), Kurt W. Derr (kurt.derr@inl.gov)
and Jayson Wharton (jayson.wharton@inl.gov)

January 7, 2014

ArXiv:1401.0766v1 - Projet CellRad (INL)

L'APN du smartphone, un détecteur de particules



Compteur de radioactivité
Rolf-Dieter Klein - 4 août 2014
Outils

Acheter 3,49 € Ajouter à la liste de souhaits

★★★★☆ (222) +825 Recommander ce contenu sur Google

GammaPix

By Image Insight, Inc.

Open iTunes to buy and download apps.

[View More by This Developer](#)



Description

The GammaPix(TM) App, developed initially for several federal agencies, turns your phone into a detector of ionizing radiation. This isn't one of those fake Geiger counters. The GammaPix technology has been successfully tested at independent labs with calibrated sources. It was developed with support from the U.S. Department of Defense, the Domestic Nuclear Detection

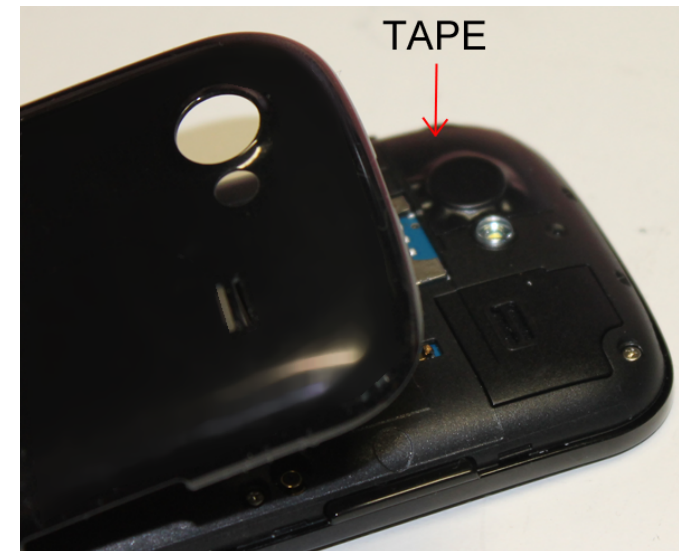
[Image Insight, Inc. Web Site](#) [GammaPix Support](#) [...More](#)

What's New in Version 2.0.1

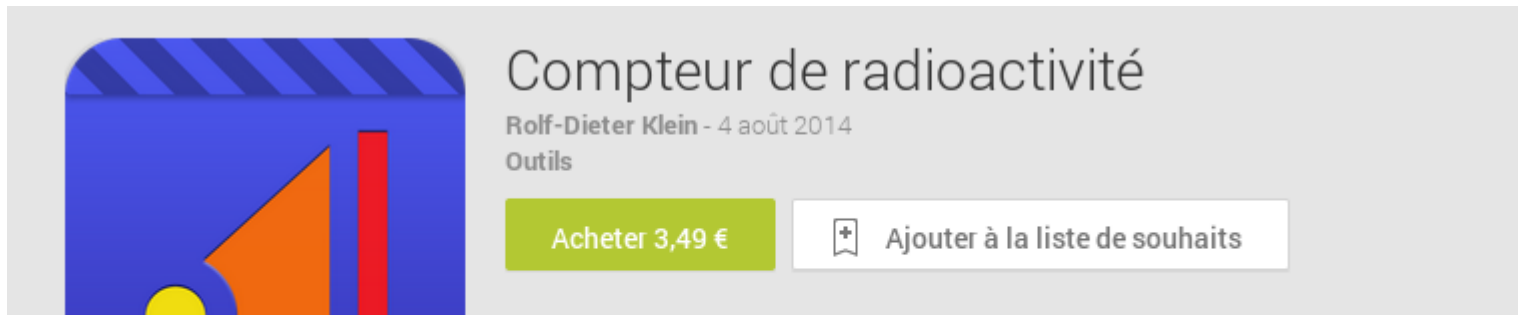
Bug fixes.

[View in iTunes](#)

\$4.99



L'APN du smartphone, un détecteur de particules



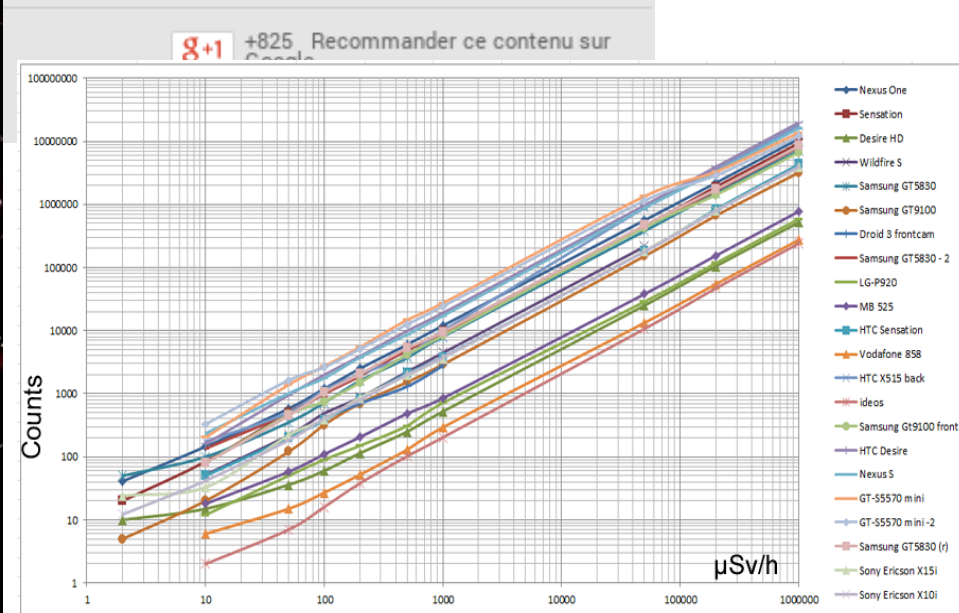
Compteur de radioactivité
Rolf-Dieter Klein - 4 août 2014
Outils

Acheter 3,49 €

Ajouter à la liste de souhaits



Capture d'écran d'une vidéo prise par un téléphone à proximité d'une source 10 Sv/h !
(le téléphone a survécu!)



<http://www.rdklein.de/html/radioactivity.html>

Retours aux rayons cosmiques

- Détection des gammas et des muons des gerbes atmosphériques créées par les UHECR

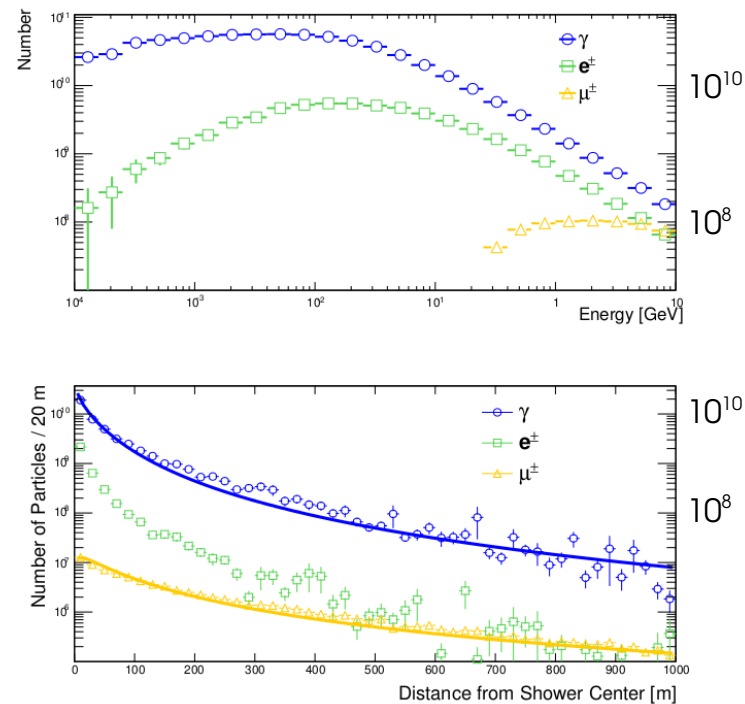


FIG. 1: Energy spectrum (a) and distance from shower axis (b) of photons, electrons, and muons at ground level for simulated air showers initiated by protons with energy $10^{19} - 10^{20}$ eV. Also shown (b) is a parametric fit to Eq [1](#)

Retours aux rayons cosmiques

- Détection des gammas et des muons des gerbes atmosphériques créées par les UHECR
- Les smartphones en sont capable :
 - Détection + pré-processing
 - Géolocalisation
 - Datation
 - Envoie des données par le réseau



Retours aux rayons cosmiques

- Détection des gammas et des muons des gerbes atmosphériques créées par les UHECR
- Les smartphones en sont capable :
 - Détection + pré-processing
 - Géolocalisation
 - Datation
 - Envoie des données par le réseau
- Avec plus de $1.5 \cdot 10^9$ smartphones actifs... **le détecteur est déjà déployé !**
 - Il ne manque que l'application pour récolter les données





- Application CRAYFIS disponible pour tests (iOS + Android)
- Principe :
 - Capture vidéo à 15-30 Hz
 - Image enregistrée si au moins 1 pixel $> S1$
 - Seul les pixels dont la réponse est $> S2$ (avec $S2 < S1$) sont sauvegardés
 - (Pixels+Date+Position) -> envoyés à un serveur pour analyse
 - Taux d'acquisition ~ 0.2 Hz
- Transparent pour l'utilisateur
 - L'appli se lance quand le téléphone est inactif et branché au secteur
 - Pas besoin de « masquer » l'appareil photo

- Caractérisation de la réponse des détecteurs
 - Surface (A) du capteurs -> fabricants
 - Photons : $A\epsilon = (1 - 5) \times 10^{-9} \text{ m}^2$ (mesures pour différents modèles de téléphone)
 - Muons : $\epsilon = 0.8 \pm 0.2$ (Calibration in-situ possible)

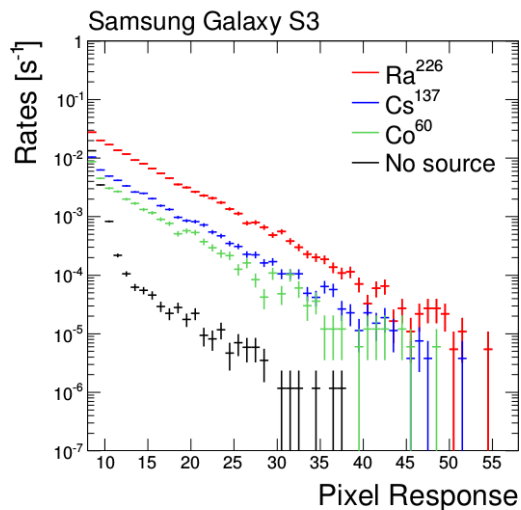
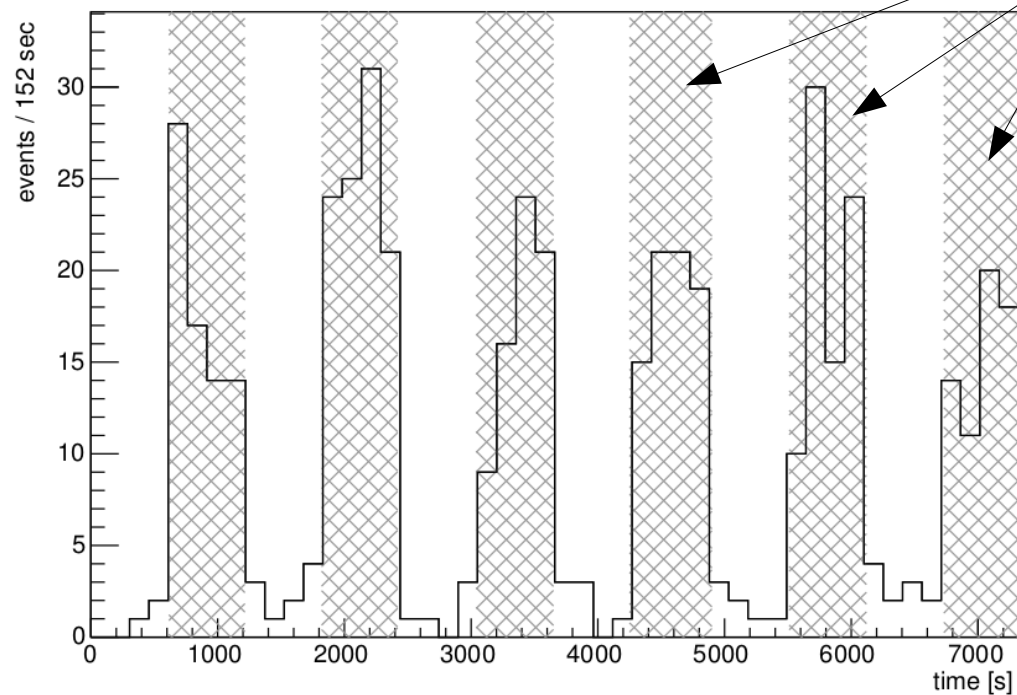


FIG. 3: Distribution of observed pixel response values in a Samsung Galaxy S3 phone when exposed to sources which emit photons between 30-1200 keV, and without any source. The differences in rates are due to the different activity of the sources. The data with no source shows a falling noise distribution and a tail attributed to cosmic muons. Other phone models show qualitatively similar behavior.



Source ^{226}Ra
placée à
proximité du
téléphone

- Reconstruction des paramètres de la gerbe :

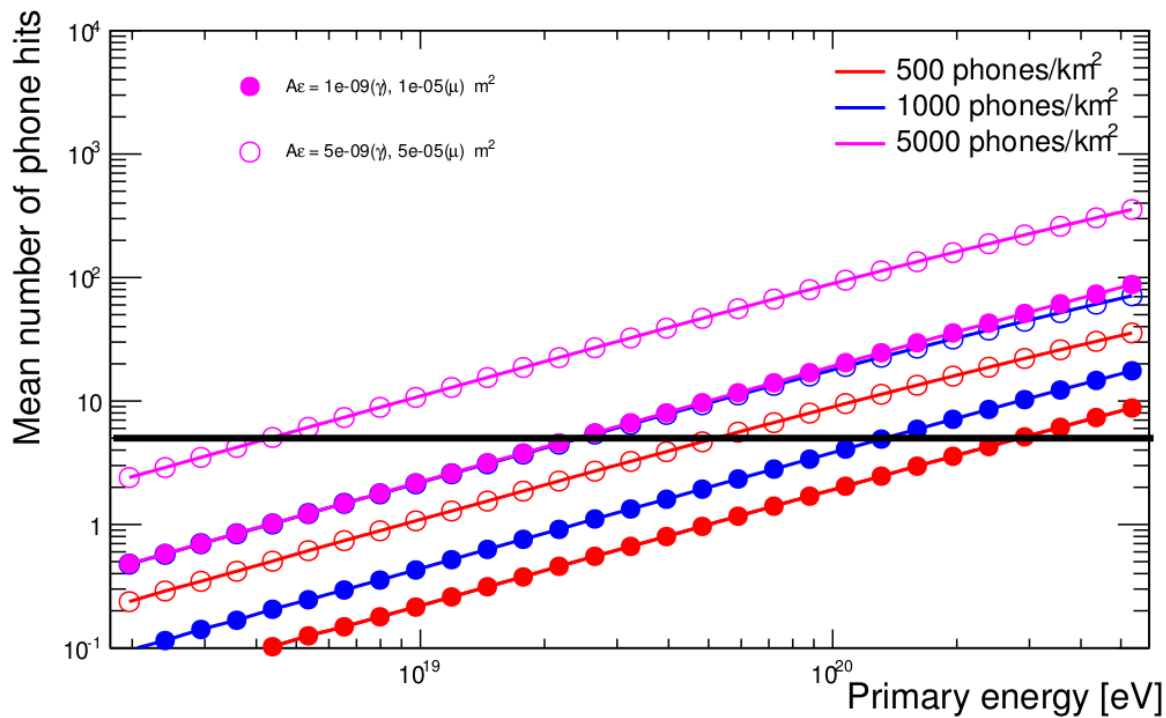
$$L(N, \theta, \phi) = \prod_i P_0(x_i, y_i) \prod_j P_1(x_j, y_j)$$

Proba qu'un téléphone n'enregistre pas d'évènement

Proba qu'un téléphone enregistre un évènement ou plus

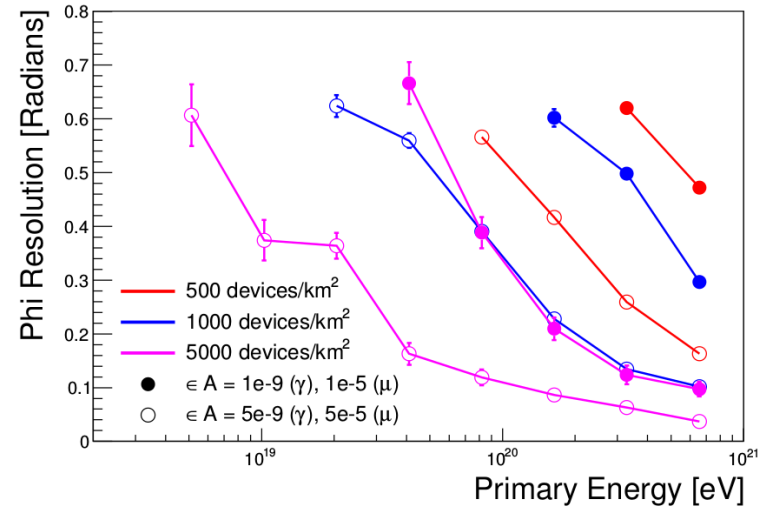
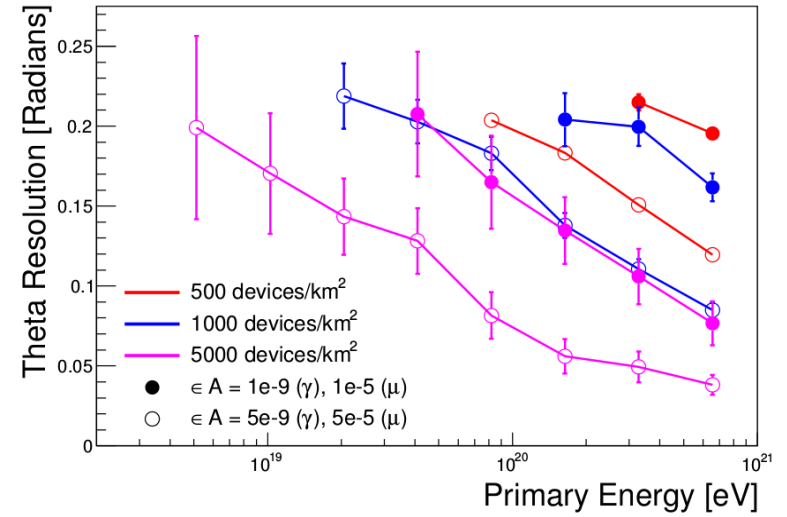
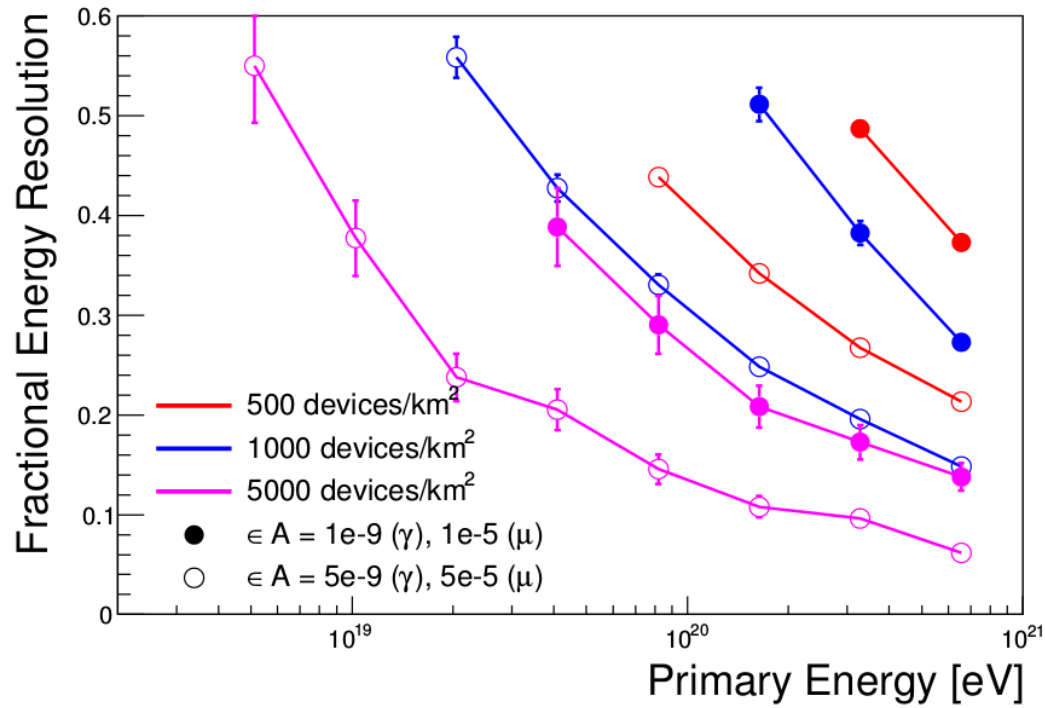
- P_0 et P_1 sont des fonction de la densité locale de particules (photons ou muon). Une paramétrisation de cette densité est utilisée.
- Non uniformité du réseau prise en compte par le traitement symétrique des téléphones ayant détecté ou non un évènement.

- Performances :



Détection : si 5 téléphones
enregistrent un évènement dans
une fenêtre de 5s

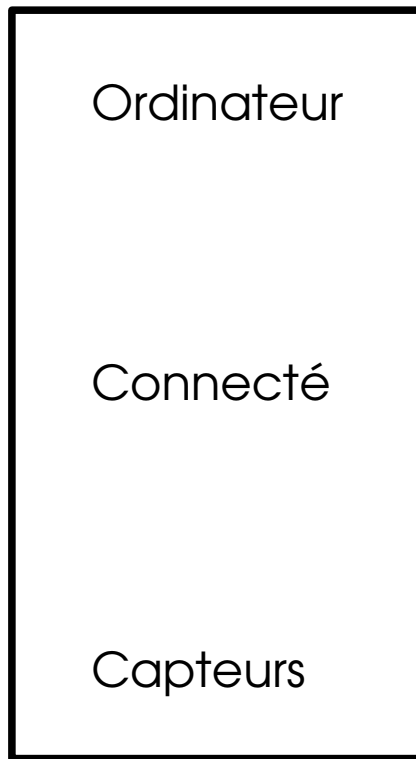
• Performances :



- Auger :
 - Exposition (2004-2012) : $4 \cdot 10^4 \text{ km}^2 \text{ sr yr}$
 - Exposition instantanée $\sim 4.4 \cdot 10^3 \text{ km}^2 \text{ sr}$
- Smartphone :
 - Exposition instantanée équivalente avec

825 000 téléphones : **825** Groupes de **1000** téléphones
chacun sur une surface d' 1 km^2

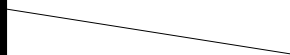
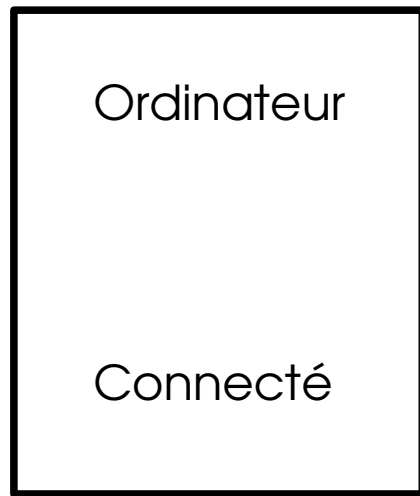
D'autres applications ?



Applications de « Science collaborative »

- Météorologie
- collecte de données sur le terrain en biologie
- détection et suivi de secousses sismiques
- Mesure de pollution sonore
- ...

D'autres applications ?



Capteurs



Peut servir d'unité de calcul distribué !



BOINC

<http://boinc.berkeley.edu/>

- Berkeley Open Infrastructure for Network Computing :
 - Multiplateforme
 - Application disponible pour iOS et Android

- Contribution par projets

- SETI@Home
- Einstein@Home
- + beaucoup d'autres !

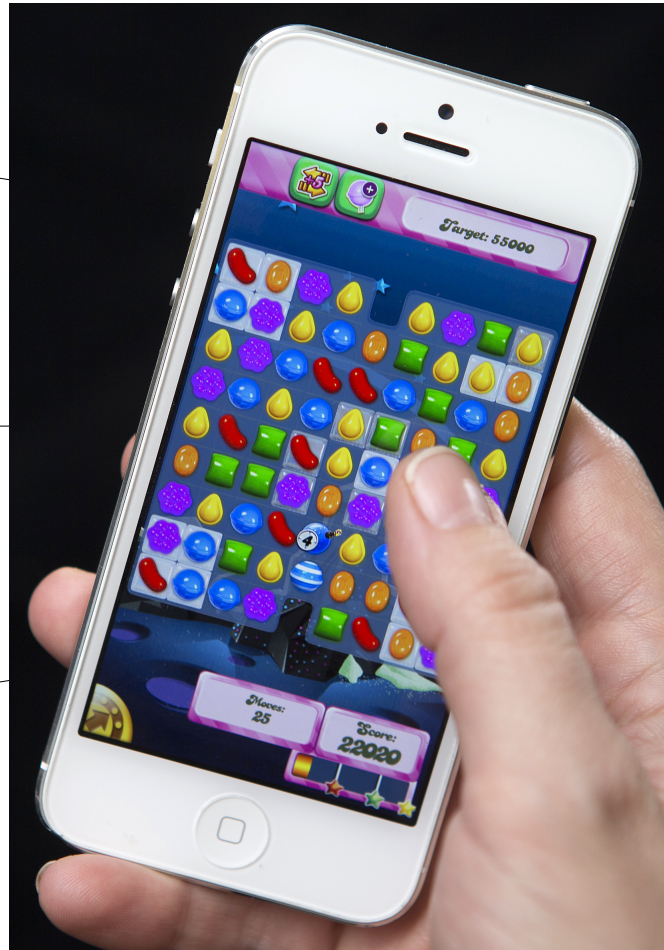
| Domaine | Nom du projet | Description du projet |
|--|--------------------------------------|--|
| Astronomie | Asteroids@home | Calculs sur les propriétés physiques des astéroïdes, à partir de données photométriques. « Site » |
| | BRaTS@home | Calculs sur la déviation des rayons lumineux par la gravitation. « Site » Archive • Wikivix • Archive.is • Google • Que faire ? |
| | Cosmology@Home | Étude du fond diffus cosmologique . Site |
| | Constellation@Home | Recherches dans diverses sciences connexes de l'aérospatiale et l'ingénierie. Site |
| | Einstein@Home | Détection de pulsars au moyen d'interféromètres laser du LIGO (Max Planck Center, nombreuses universités, Caltech). Site |
| | Milkyway@home | Projet visant à modéliser et caractériser l'évolution de notre Galaxie. Site |
| | Orbit@home | Projet ayant pour but de déterminer la trajectoire des astéroïdes afin de prévoir une possible collision avec la Terre. Site |
| Biologie et médecine | POGS@home | Projet ayant pour but de produire un atlas de galaxies de l'Univers proche dans les longueurs d'onde ultraviolet, optique et proche infrarouge. Site |
| | SETI@Home | Ce projet recherche des signaux artificiels extraterrestres au moyen du plus grand radio-télescope du monde, celui d' Arecibo . Site |
| | DNA@home | Étude de l'expression des gènes. Site |
| | Docking@Home | Le but est de mettre en œuvre la technique de chromatographie en phase gazeuse pour approfondir les connaissances des interactions protéine-protéine. Site |
| | Genetic Life | Site |
| | Lattice Project | Projet regroupant des recherches provenant de différents laboratoires (Application HMMER, GARLI et MARXAN) Site |
| | Malaria Control | Projet ayant pour but d'aider à améliorer la capacité des chercheurs de prévoir et de lutter contre la diffusion du paludisme en Afrique. Site |
| | MindModeling@Home | Site |
| | POEM@Home | Projet de prédiction de la structure des protéines Site |
| | Predictor@Home | Ce projet de biologie tente de déterminer le repliement de protéines d'êtres vivants. Cela peut notamment, à terme, permettre de mieux comprendre les maladies. Wikivix • Archive.is • Google • Que faire ? |
| | RALPH@Home | Projet visant à améliorer les applications de Rosetta@home. (Rosetta ALPHA) Site |
| | Rosetta@Home | Ce projet de biologie tente de prédire les structures macromoléculaires et leurs interactions. À terme, ce projet permettra de comprendre les maladies. Site |
| | SIMAP | SIMAP (Similarity Matrix of Proteins) est une base de données de similitude entre protéines. Site |
| | Superlink@Technion | Projet visant à aider la communauté mondiale des généticiens à trouver les gènes responsables de certaines maladies (diabète, hypertension, etc.). Site |
| | TANPAKU | Projet de mise au point d'une nouvelle méthode pour la prévision de structure de protéines. Cette méthode appelée dynamique brownienne. « Site » |
| | World Community Grid | La mission de WorldCommunityGrid est de mutualiser la puissance de calcul inutilisée de tous les PC et de créer la plus vaste grille de calcul scientifique au monde. Ce projet contient lui-même plusieurs projets différents, tous dans le domaine de la biologie : <ul style="list-style-type: none"> • The Clean Energy Project - Phase 2 : La mission du projet Énergie propre est de trouver de nouveaux matériaux pour la prochaine génération. • Help Fight Childhood Cancer : projet qui consiste à trouver des médicaments qui peuvent neutraliser 3 protéines spécifiques associées au cancer. • RightAIDS@Home : Ce projet recherche des médicaments capables de se lier au récepteur de la protéase du VIH-1 afin d'inhiber son fonctionnement. • Say No to Schistosoma : La mission du projet Dire non à la Schistosoma est d'identifier les médicaments potentiels qui pourraient être développés. • Mapping Cancer Markers : La Cartographie des marqueurs de cancer sur le World Community Grid vise à identifier les marqueurs associés à des milliers d'échantillons de patients sains et cancéreux. |
| | Climatologie | APS@home |
| Climateprediction.net | | Ce projet tente de déterminer l'évolution du climat d'ici à 2100. Site |
| Climateprediction.net Beta | | Projet visant à améliorer l'application du projet Climateprediction.net . « Site » Archive • Wikivix • Archive.is • Google • Que faire ? |
| Autres | Hydrogen@home | Projet recherchant la manière la plus efficace pour produire de l'hydrogène sans rejeter de gaz à effet de serre. Site |
| | ABC@home | Préciser la conjecture abc . Site |
| | Enigma@Home | Casser le chiffrement de 3 messages codés par la machine Enigma en 1942. Site (troisième message craqué le 7 mai 2010 (voir le message et le message)). |
| | Primaboinca | recherche de contre-exemples à des conjectures Site |

D'autres applications ?

Ordinateur

Connecté

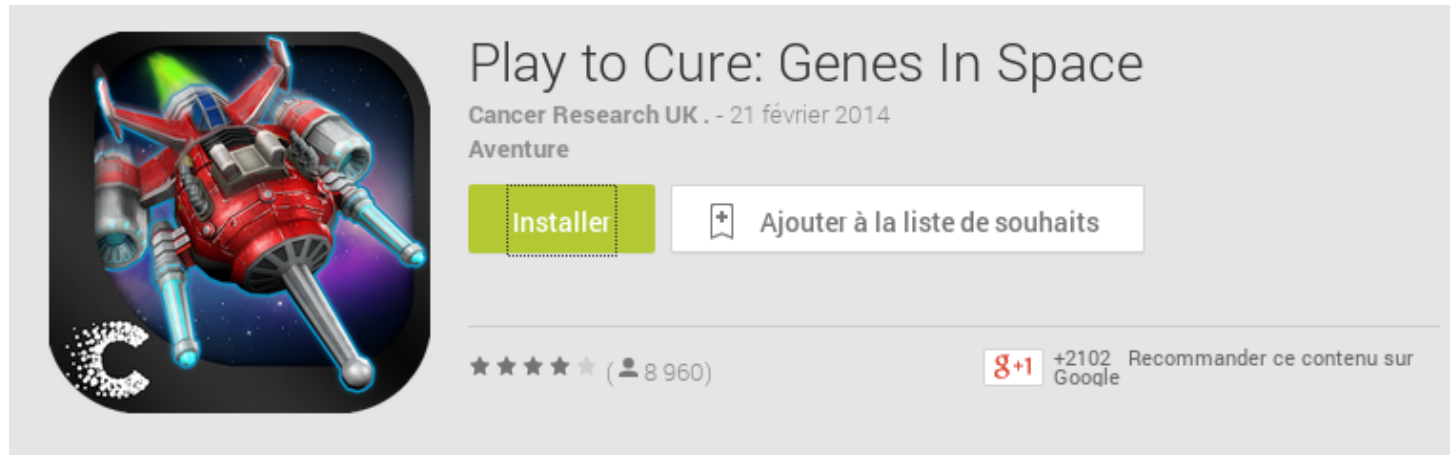
Capteurs



Des jeux pour la recherche !

Des jeux pour la recherche

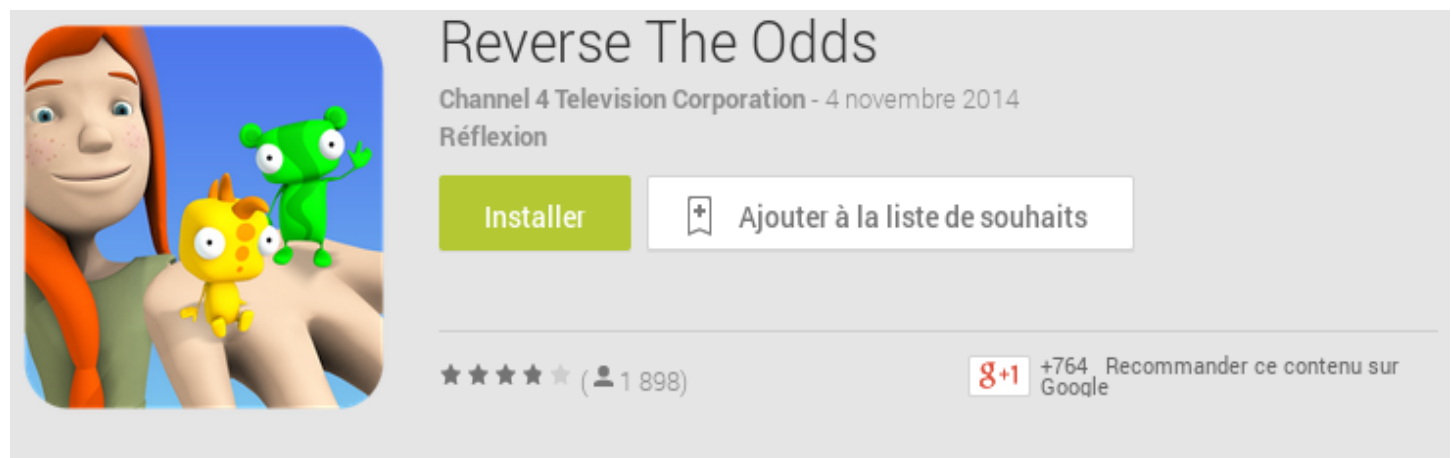
- Aider la recherche sur le cancer en jouant :



Play to Cure: Genes In Space
Cancer Research UK - 21 février 2014
Aventure

Installer Ajouter à la liste de souhaits

★★★★☆ (8 960) g+ +2102 Recommander ce contenu sur Google



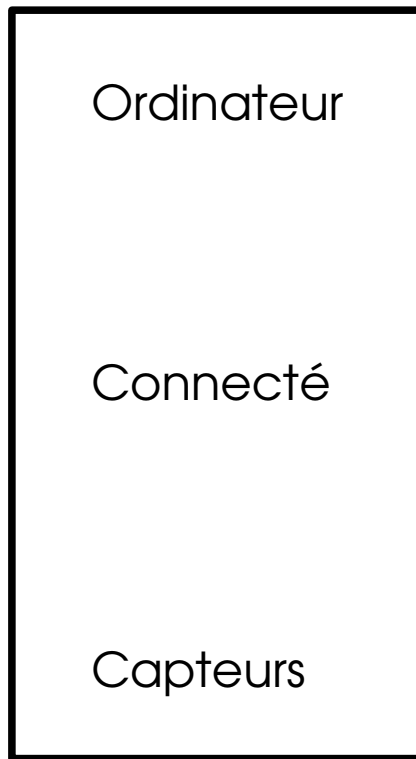
Reverse The Odds
Channel 4 Television Corporation - 4 novembre 2014
Réflexion

Installer Ajouter à la liste de souhaits

★★★★☆ (1 898) g+ +764 Recommander ce contenu sur Google

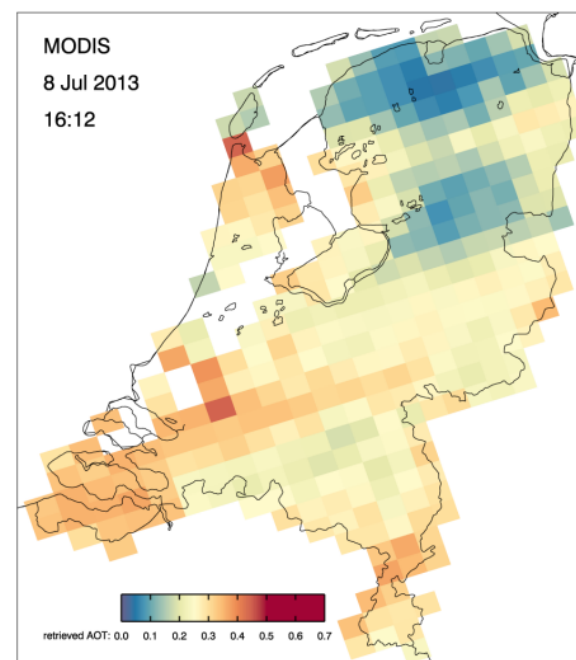
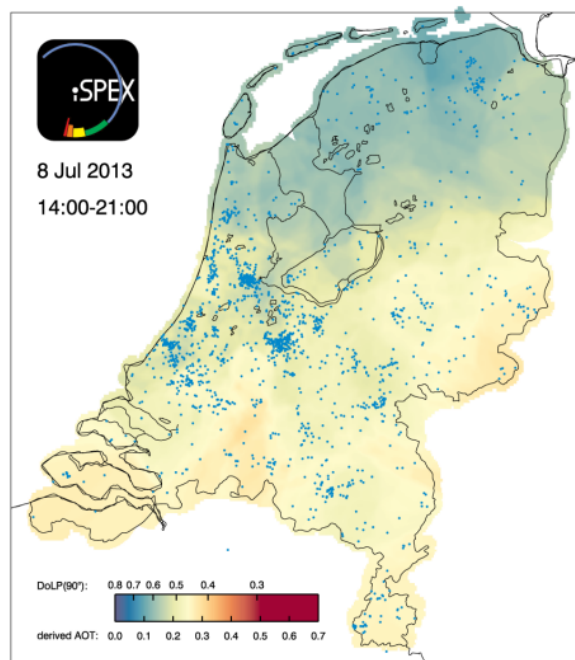
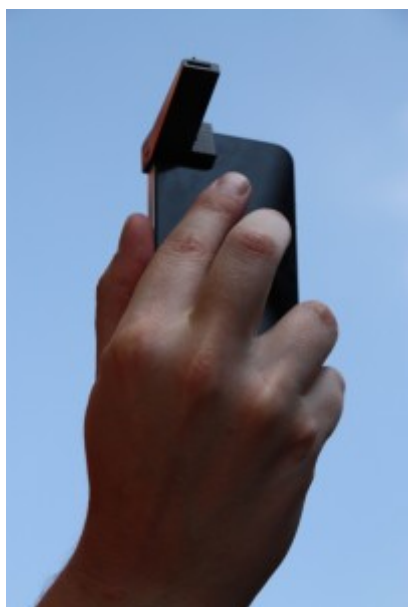


D'autres applications ?



Smartphones « augmentés »

- Transformer son smartphone en spectro-polarimètre pour la mesure des aérosols
 - Projet iSpex : <http://ispex.nl/>
 - Nécessite la participation active d'un grand nombre de personnes au même moment



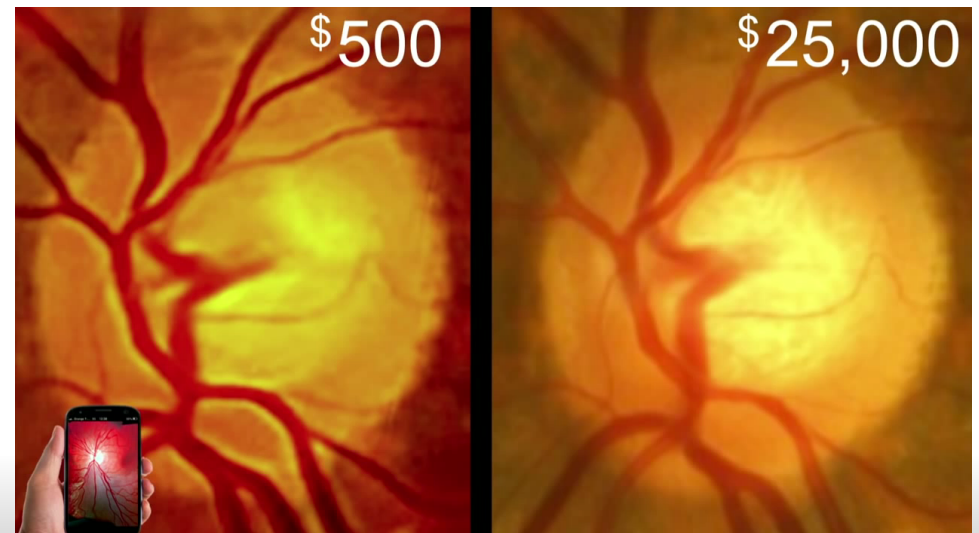
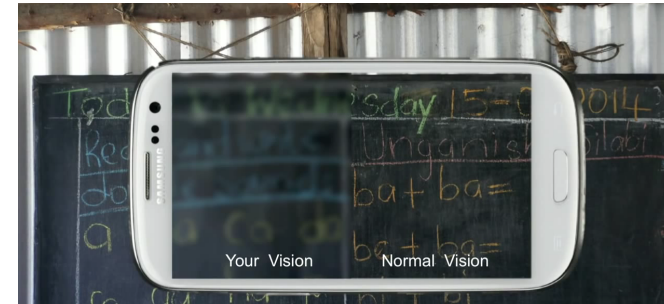
Smartphones « augmentés »

- Beaucoup de projet pour la santé
- Bracelets, Semelles, etc.
- Des projets plus professionnels :
 - Entreprise MobiSante : sondes à ultrasons
 - Mobilité
 - Réduction des couts
 - Simplicité dans la communication des résultats
 - Projets/prototypes pour transformer l'APN en microscope
 - Peek vision



Smartphones « augmentés »

- Peek vision : <http://www.peekvision.org/>
 - 39 Millions de personnes aveugles
 - 80 % évitable !
 - Appli pour les diagnostics, tests de vision, prévention
 - Un accessoire peu onéreux (5-50\$) pour regarder le fond de l'oeil



Sciences et smartphones : détection des rayons cosmiques et autres applications



François Brun
Apéro du SPP – 09/01/2015

Sciences et smartphones :
détection des rayons cosmiques et autres applications

A semi-transparent smartphone is centered on the slide. The screen displays a dark, stormy sky with a bright white lightning bolt striking down. The phone's physical buttons and camera are visible.

Bonne année 2015 !

François Brun
Apéro du SPP – 09/01/2015