

# Welcome to the Machine

*UNIGE ATLAS, section Golling*

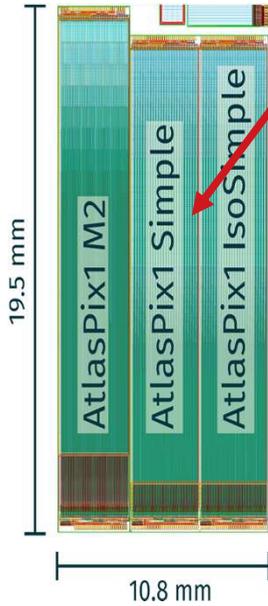
DPNC Fête de Noël, Décembre 12 2018

Premier acte: notre Machine préférée

ATLAS Pixel Upgrade pour High-Lumi-LHC

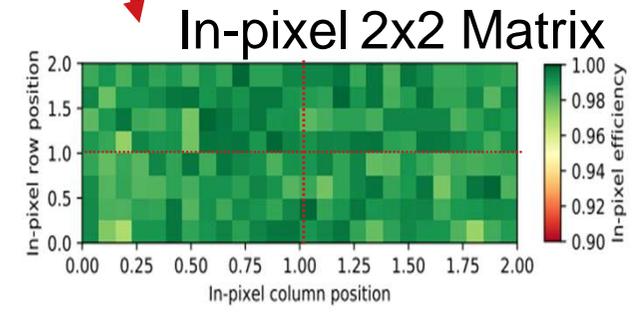
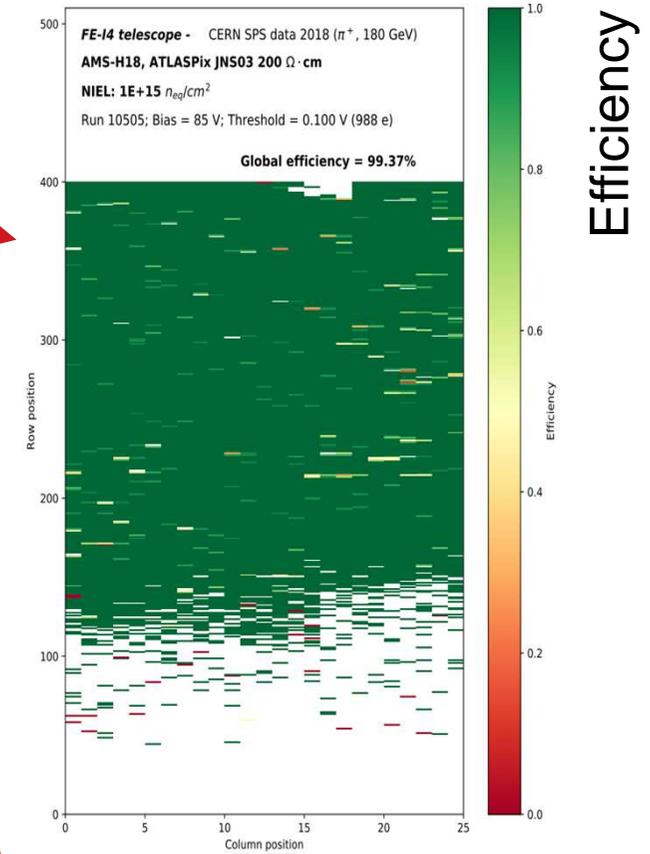
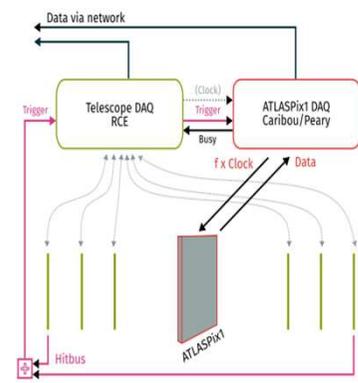
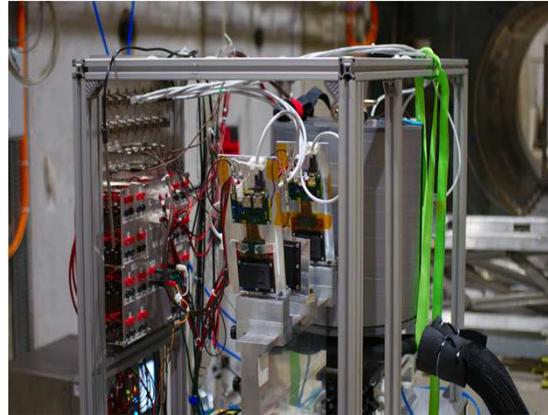


# Prototype: Monolithic ATLASPix1



- Grand prototype CMOS
  - Efficacité > 99,3% après irradiation à  $10^{15} n_{eq} / cm^2$
- Améliorations au niveau de:
  - infrastructure de télescope
  - lecture
  - reconstruction

Moritz Kiehn



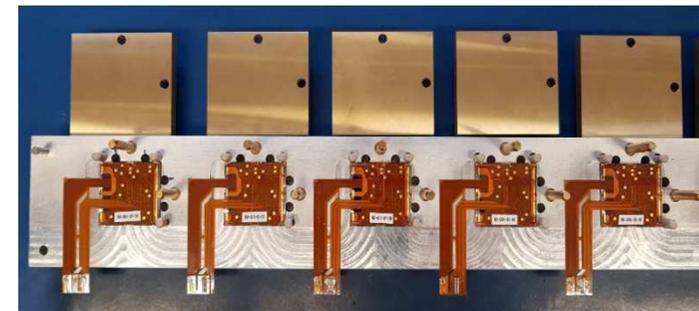
# Progrès mécaniques couches externes Pixel

## Prototypage du programme démonstrateur

- SLIM longeron
  - 2 prototypes de 1,8 m de long
- Assemblage des cellules:
  - > 60 chaufferettes
  - > 30 modules
- Qualification des soudures
- Contrôle qualité:
  - Système de balayage laser 3D
- Assemblage du long prototype thermique

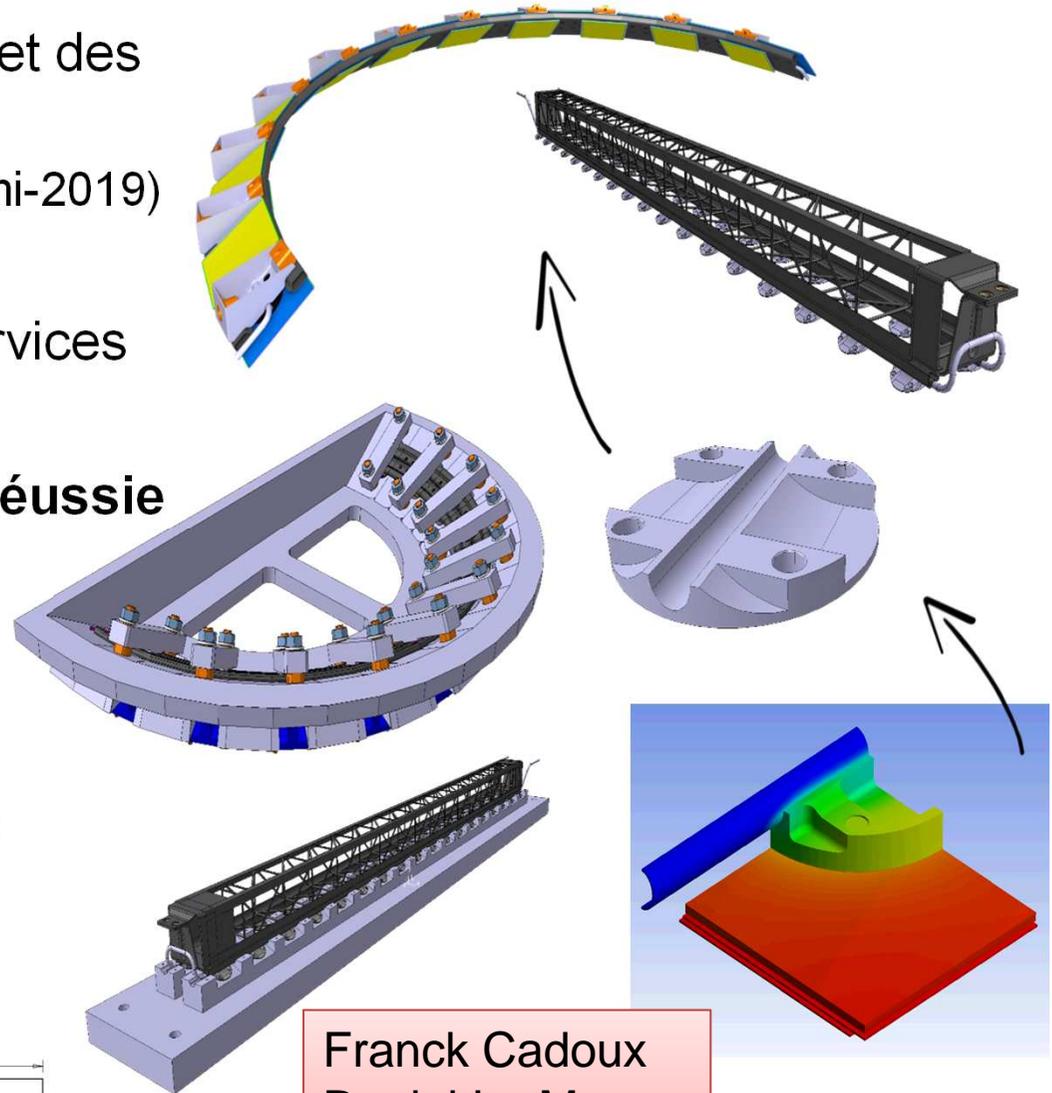
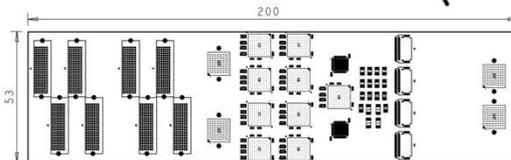
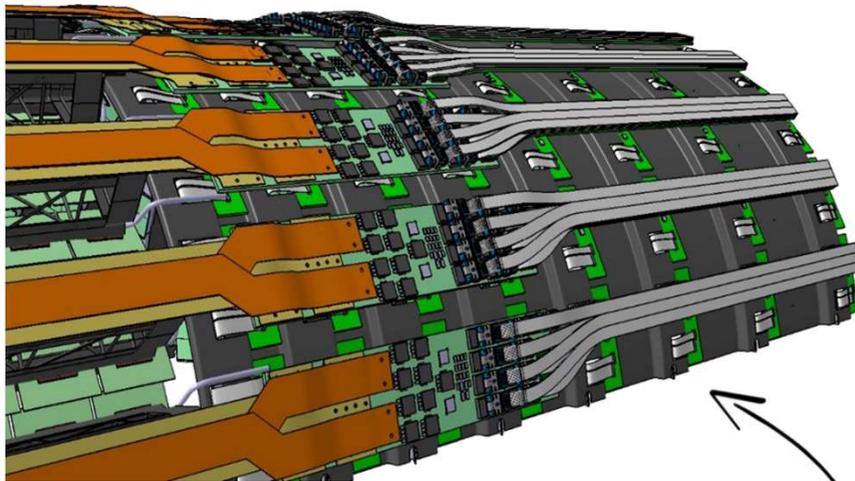


Coralie Husi  
Sébastien Michal



# Progrès mécaniques couches externes Pixel

- Conception des supports locaux et des outillages d'assemblage
  - Prochaine série de prototypes (mi-2019)
- Conception et intégration des services
- **Revue de design préliminaire réussie**



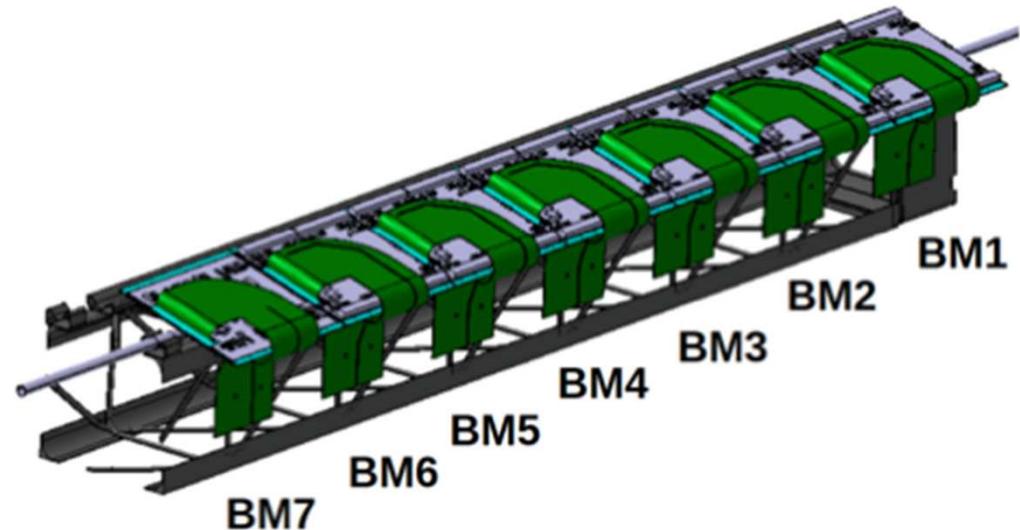
Franck Cadoux  
Daniel La Marra  
Sébastien Michal

# Démonstrateur électrique

- Statut actuel:
  - Test du système de lecture sur un **démonstrateur à 7 cellules**
  - Test de comportement avec **alimentation en série** des modules

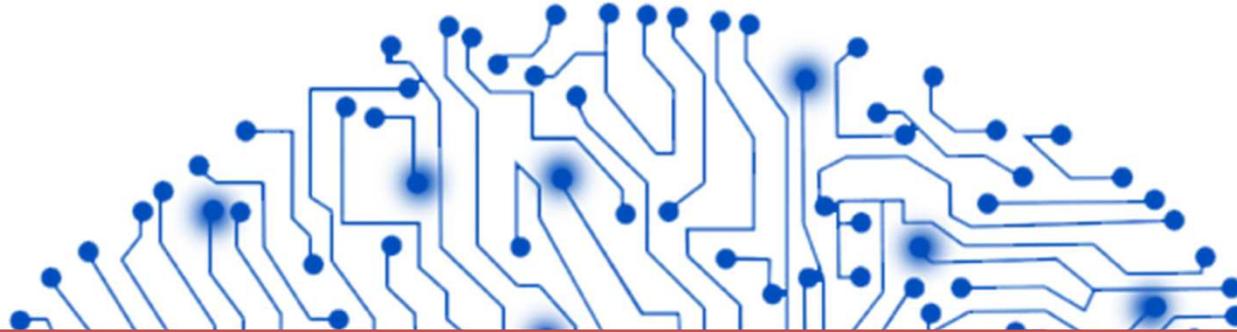
Didier Ferrere  
Sergio Gonzalez  
Johnny Raine

*Rejoint par Le Li 2019*



- Des plans:
  - Construire un **démonstrateur au DPNC**
  - **Effectuer des tests** de modules et du système (lecture, contrôle...) au DPNC

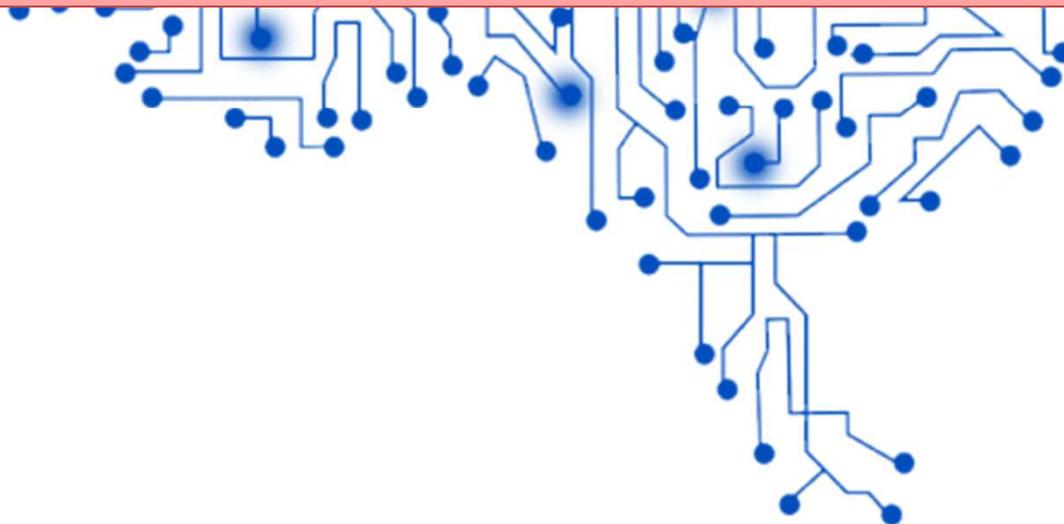
# Deuxième acte: l'*autre* Machine



Notre cerveau n'est pas formé pour analyser les données du LHC

⇒ Entraîner un cerveau artificiel à faire le travail pour nous

Machine Learning



# Évaluation intermédiaire du LHC

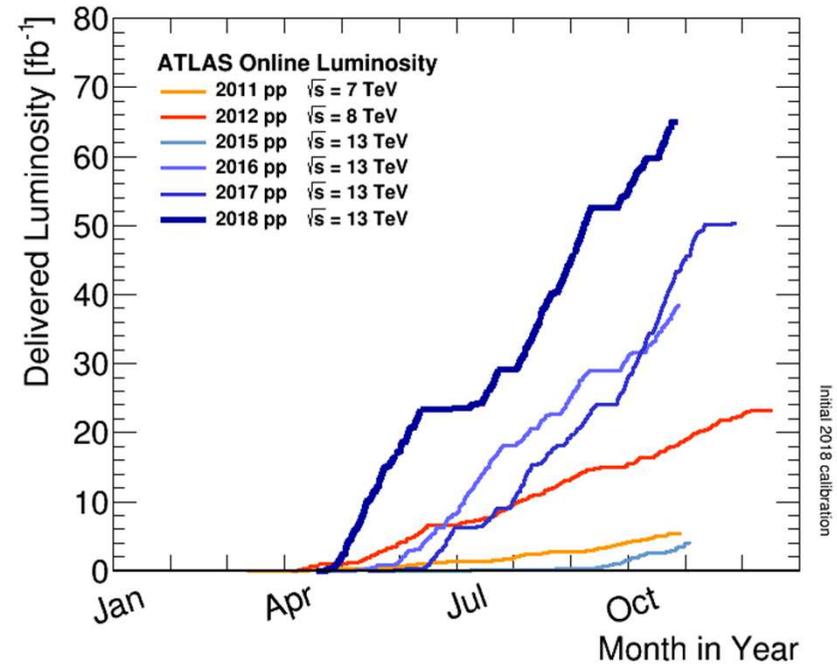
- Physique au-delà du modèle standard pas *au coin de la rue*
- Ère de croissance lente du LHC (au niveau d'énergie & de luminosité)
- **Comment faire des progrès rapides maintenant?**

ATLAS Exotics Searches\* - 95% CL Upper Exclusion Limits  
Status: July 2018

ATLAS Preliminary  
 $\int \mathcal{L} dt = (3.2 - 79.8) \text{ fb}^{-1}$   $\sqrt{s} = 8, 13 \text{ TeV}$

Model	$\ell, \gamma$	Jets?	$E^{\text{miss}}$	$[Z, dt] [\text{fb}^{-1}]$	Limit	Reference
<b>Extra dimensions</b>						
ADD $G_{\mu} + g_{ij}$	$0 < \mu$	1-4	Yes	36.7	3.7 TeV	1711.03301
ADD non-resonant $\gamma\gamma$	$2 \gamma$	-	-	36.7	3.6 TeV	1707.04147
ADD QH	$2 \gamma$	2	-	37.0	8.9 TeV	1703.09217
ADD BH high $\Sigma_{pp}$	$\geq 1 e, \mu$	$\geq 2$	-	3.2	6.2 TeV	1606.02055
ADD BH multijet	$\geq 1 e, \mu$	$\geq 3$	-	3.6	9.55 TeV	1512.02586
RST $G_{\mu} - \gamma\gamma$	$2 \gamma$	-	-	36.7	4.1 TeV	1707.04147
Bulk RS $G_{\mu} - WW/ZZ$	multi-channel	-	-	36.1	2.3 TeV	CERN-EP-2018-179
Bulk RS $G_{\mu} - tt$	$1 e, \mu$	$\geq 1 b, \geq 1 J$	Yes	36.1	3.8 TeV	1804.18623
ZUED / RPP	$1 e, \mu$	$\geq 2 b, \geq 3 J$	Yes	36.1	1.8 TeV	1803.09678
<b>Gauge bosons</b>						
SSM $Z' - \ell\ell$	$2 e, \mu$	-	-	36.1	4.5 TeV	1707.04244
SSM $Z' - \nu\nu$	$2 \nu$	-	-	36.1	2.42 TeV	1709.07262
Leptophobic $Z' - b\bar{b}$	$-$	$2 b$	-	36.1	2.1 TeV	1805.09299
Leptophobic $Z' - tt$	$1 e, \mu$	$\geq 1 b, \geq 1 J$	Yes	36.1	3.0 TeV	1804.18623
SSM $W' - \ell\nu$	$1 e, \mu$	-	Yes	79.8	5.6 TeV	ATLAS-COUP-2018-017
SSM $W' - \nu\nu$	$1 \nu$	-	Yes	36.1	3.7 TeV	1801.08992
HVT $W' - WW - \text{equiv model B}$	$0 e, \mu$	$2 J$	-	79.8	4.15 TeV	ATLAS-COUP-2018-016
HVT $W' - WW/ZH \text{ model B}$	multi-channel	-	-	36.1	2.93 TeV	1712.05918
LRSB $W_2' - t\bar{b}$	multi-channel	-	-	36.1	3.25 TeV	CERN-EP-2018-142
<b>CI</b>						
CI $\ell\ell\ell\ell$	$2 e, \mu$	2	-	37.0	21.8 TeV	1703.09217
CI $\ell\ell\ell\gamma$	$2 e, \mu$	-	-	36.1	40.0 TeV	1707.04244
CI $\ell\ell\ell\gamma$	$\geq 1 e, \mu$	$\geq 1 b, \geq 1 J$	Yes	36.1	2.57 TeV	1707.04244
<b>DM</b>						
Axial-vector mediator (Dirac DM)	$0 e, \mu$	1-4	Yes	36.1	1.55 TeV	1711.03301
Colored scalar mediator (Dirac DM)	$0 e, \mu$	1-4	Yes	36.1	1.67 TeV	1711.03301
$V_{\mu\nu}$ EFT (Dirac DM)	$0 e, \mu$	$1, 2, 3$	Yes	3.2	700 GeV	1608.02072
<b>LO</b>						
Scalar LO 1 <sup>st</sup> gen	$2 e, \mu$	$\geq 2 J$	-	3.2	1.1 TeV	1605.06005
Scalar LO 2 <sup>nd</sup> gen	$2 e, \mu$	$\geq 2 J$	-	3.2	1.05 TeV	1605.06005
Scalar LO 3 <sup>rd</sup> gen	$1 e, \mu$	$\geq 1 b, \geq 1 J$	Yes	20.3	640 GeV	1508.04735
<b>Heavy</b>						
VLO $TT - H/Z/\gamma W\gamma + X$	multi-channel	-	-	36.1	1.37 TeV	SUSY doublet
VLO $BB - WW/Z\gamma + X$	multi-channel	-	-	36.1	1.26 TeV	SUSY doublet
VLO $T_{13} T_{13} T_{13} - W\gamma + X$	$2 S(S)/3 e, \mu, \tau, b, \geq 1 J$	Yes	36.1	1.64 TeV	1.64 TeV	ATLAS-COUP-2018-XXX
VLO $V - W\gamma + X$	$1 e, \mu$	$\geq 1 b, \geq 1 J$	Yes	3.2	1.44 TeV	ATLAS-COUP-2018-171
VLO $0 - H\gamma + X$	$0 e, \mu, \tau, \gamma$	$\geq 1 b, \geq 1 J$	Yes	79.8	1.44 TeV	ATLAS-COUP-2018-072
VLO $QQ - W\gamma W\gamma$	$1 e, \mu$	$\geq 4 J$	Yes	20.3	1.21 TeV	ATLAS-COUP-2018-XXX
<b>Excited</b>						
Excited quark $q' - q\bar{q}$	$-$	2	-	37.0	6.0 TeV	1703.09217
Excited quark $q' - q\gamma$	$1 \gamma$	1	-	36.7	5.3 TeV	1709.10440
Excited quark $q' - \ell\bar{\ell}$	$-$	1b, 1j	-	36.1	2.6 TeV	1805.09299
Excited lepton $\ell' - \ell\bar{\ell}$	$3 e, \mu, \tau$	-	-	20.3	3.9 TeV	1411.2921
Excited lepton $\ell' - \ell\gamma$	$3 e, \mu, \tau$	-	-	20.3	1.4 TeV	1411.2921
<b>Other</b>						
Type III Seesaw	$1 e, \mu$	$\geq 2 J$	Yes	79.8	560 GeV	ATLAS-COUP-2018-020
LRSB Majorana $\nu$	$2 e, \mu$	2	-	20.3	3.9 TeV	$m_{W_2} = 2.4 \text{ TeV}$ , no mixing
Higgs triplet $H^{\pm\pm} - \ell\ell$	$2, 3, 4 e, \mu, \tau, \gamma$	SS	-	36.1	370 GeV	DF production
Higgs triplet $H^{\pm\pm} - \ell\nu$	$3 e, \mu, \tau$	-	-	20.3	490 GeV	DF production, $\mathcal{B}(W^{\pm\pm} \rightarrow \ell\ell) = 1$
Monopole (non-resonant)	$1 e, \mu$	1b	Yes	20.3	617 GeV	$A_{\text{mon}} = 0.2$
Multi-charged particles	$-$	-	-	20.3	755 GeV	DF production, $ \ell  = 5e$
Magnetic monopoles	$-$	-	-	7.0	3.4 TeV	DF production, $ \ell  = 1 \text{ up to } 10^3, 1/2$

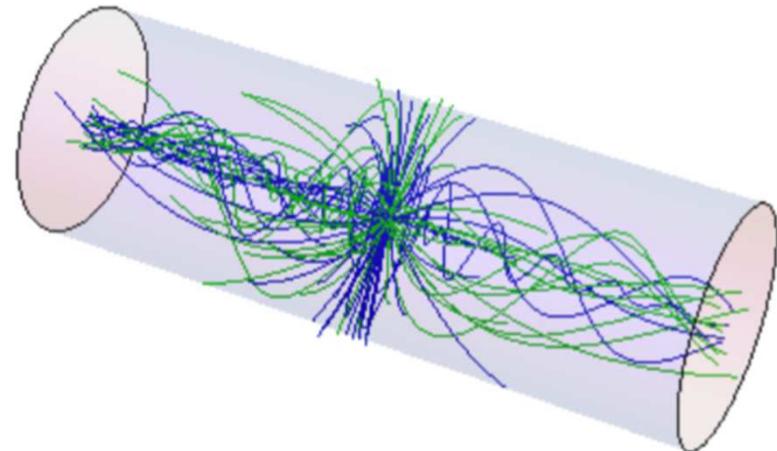
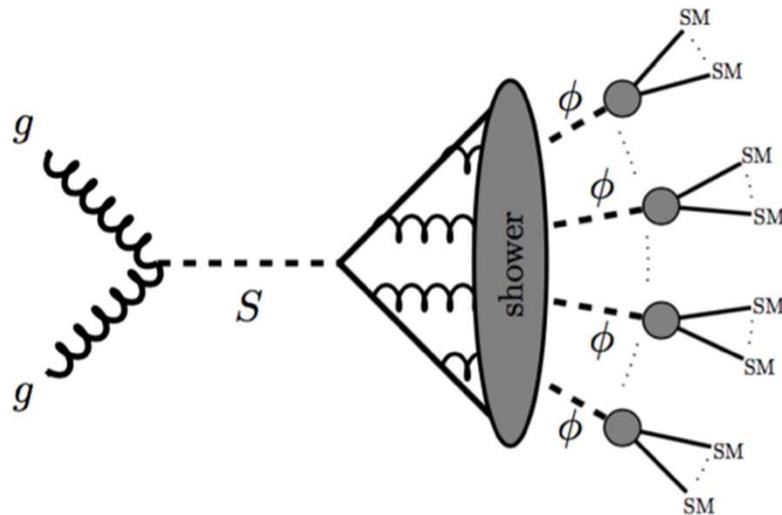
\*Only a selection of the available mass limits on new states or phenomena is shown.  
†Small-radius (large-radius) jets are denoted by the letter J (L).



**Opportunité !!!**  
**Tournant manivelle → innovation**

# Nouvelle région de l'espace de phase

- SUEPy (soft unclustered energy patterns) events
  - Très grande multiplicité de particules molles
  - Symétrie sphérique
  - Signature de vallées cachées fortement couplées



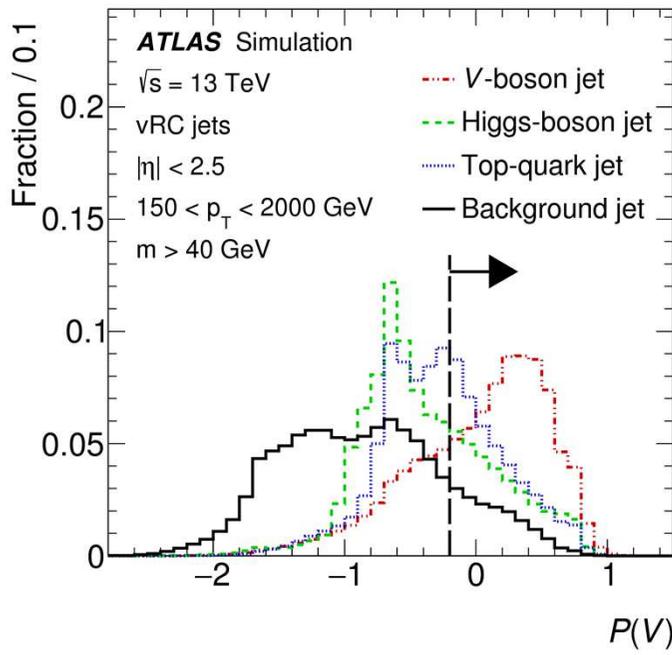
Ece Akilli  
Stefan Gadatsch  
Prof. Michele Papucci & Simon Knapen (ATLAS ACE)

# Machine Learning: classification

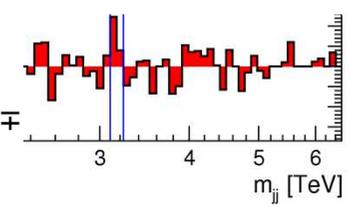
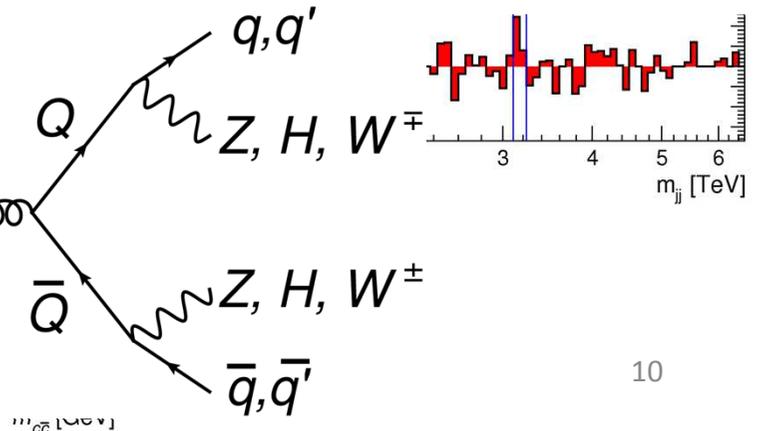
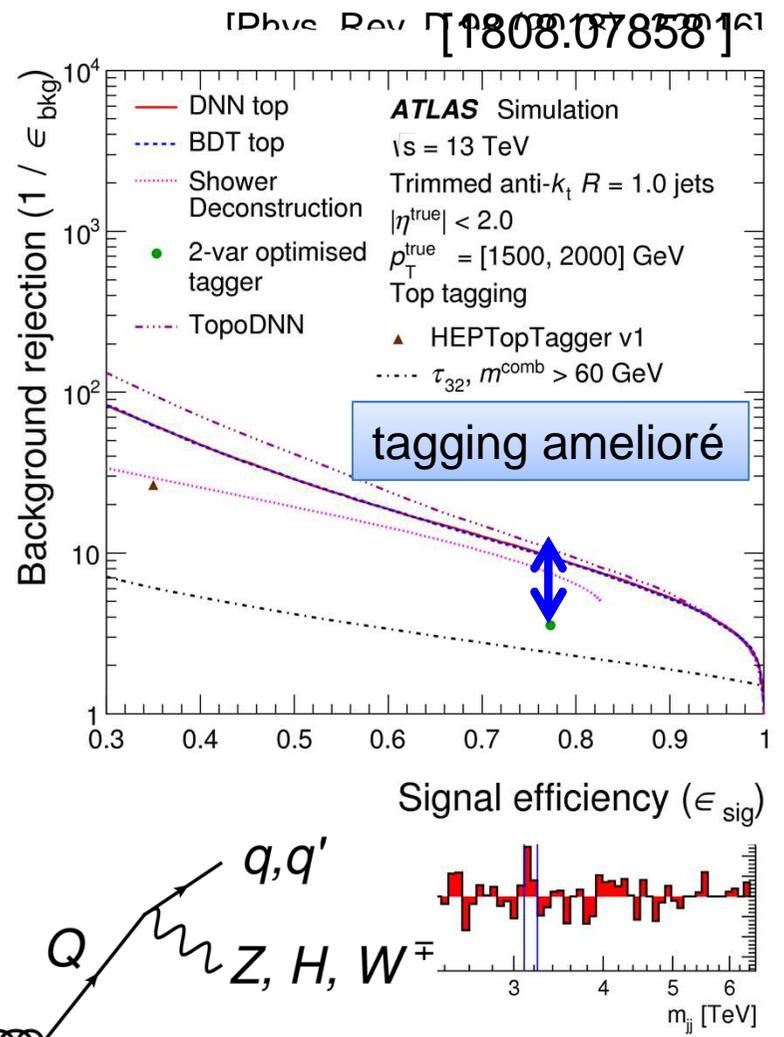
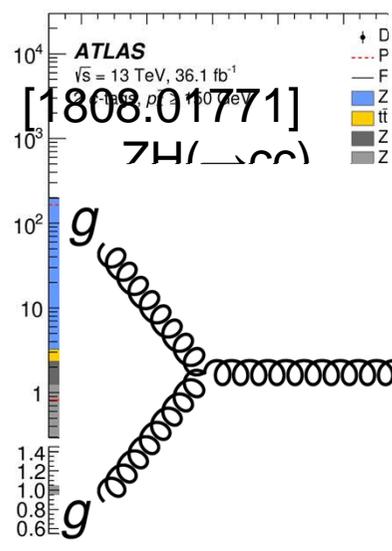
- Terrain d'essai idéal: objets de physique
- DL1 multi-classes séparation: gerbes b, c, légères [ATL-PHYS-PUB-2017-013]
  - Utilisé par toute la collaboration ATLAS
  - Application: recherche de résonance bb; ZH( $\rightarrow$ cc)
- Multi-classes séparation: objets boostés
  - Application: recherche Vector-Like Quarks
- Séparation: charge de quark top
  - Application: mesure de l'asymétrie de charge en tt

Marie Lanfe

Ece Akilli

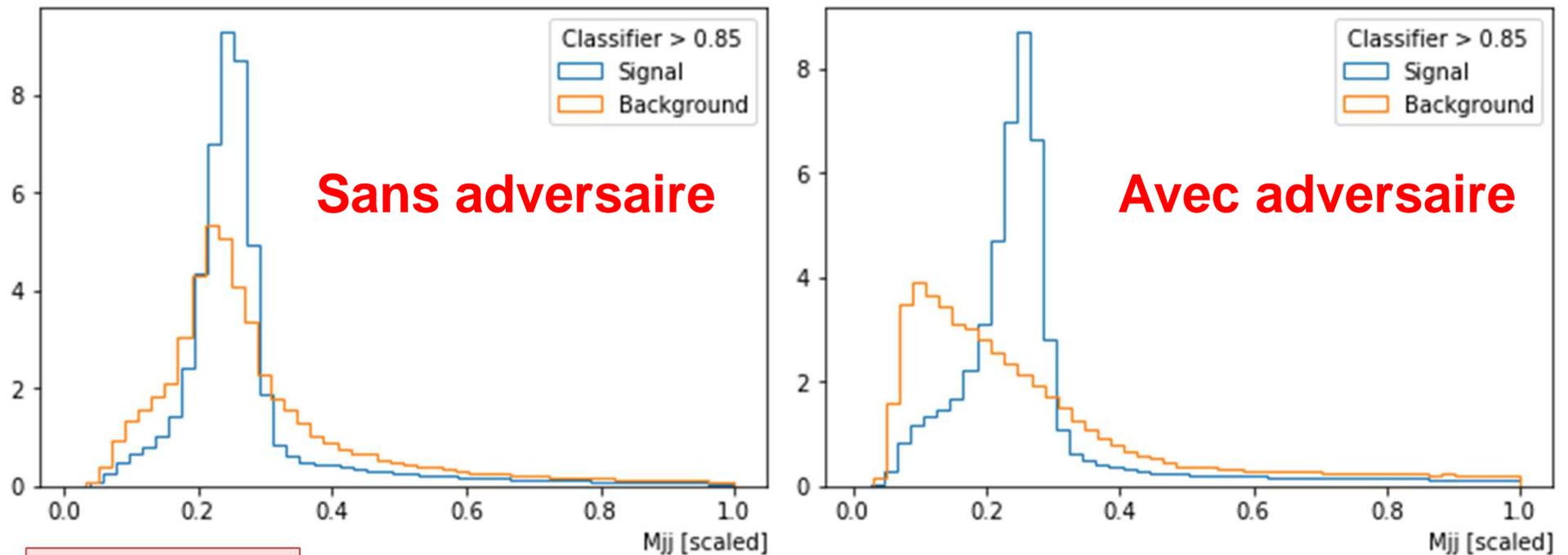


Phys. Rev. Lett. 120 (2018)

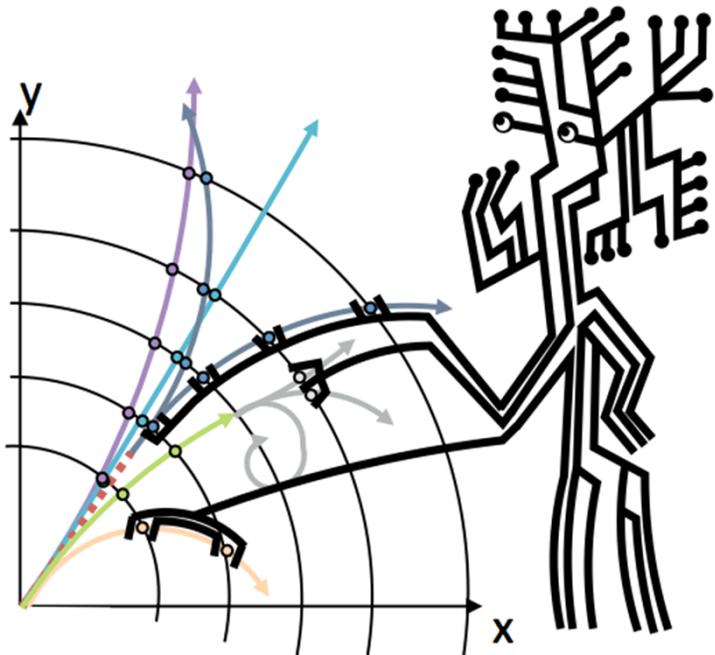


# Adversarial Neural Networks (ANN)

- Former un classificateur pour séparer signal et bruit de fond **sans utiliser la masse**
- Application: maximiser la **sensibilité au VH(H→bb)**
- **Preuve de principe:**



# Reconstruction rapide des traces



- Algorithmes traditionnels trop lents au HL-LHC
- Exploration si l'apprentissage automatique peut offrir des solutions supérieures
- ~~TrackML~~ challenge

kaggle <https://www.kaggle.com/c/trackml-particle-identification>

Accuracy

Codalab <https://competitions.codalab.org/competitions/20112>

Throughput

Phase 2 is running - you can still participate !!!

**ACTS:** simulation publique  $\Rightarrow$  données de référence

Sabrina Amrouche (boursière Boninchi)  
Moritz Kiehn

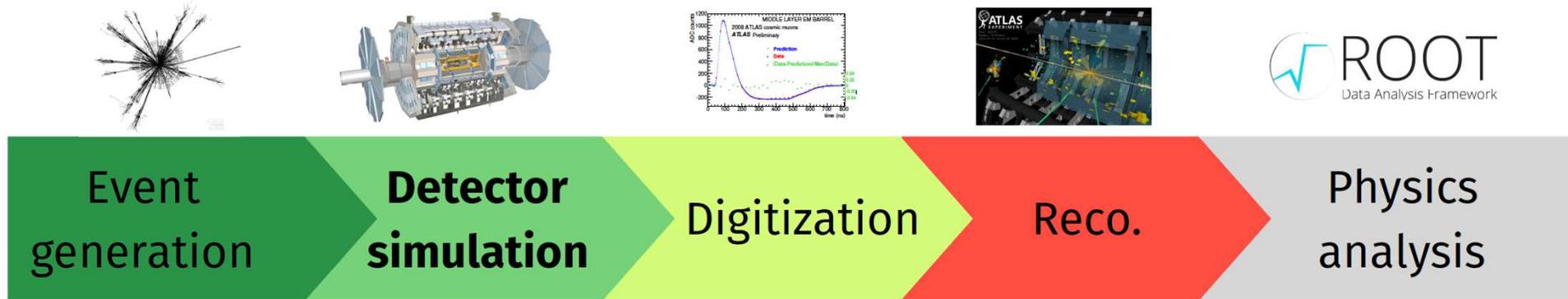
Platinum sponsor:



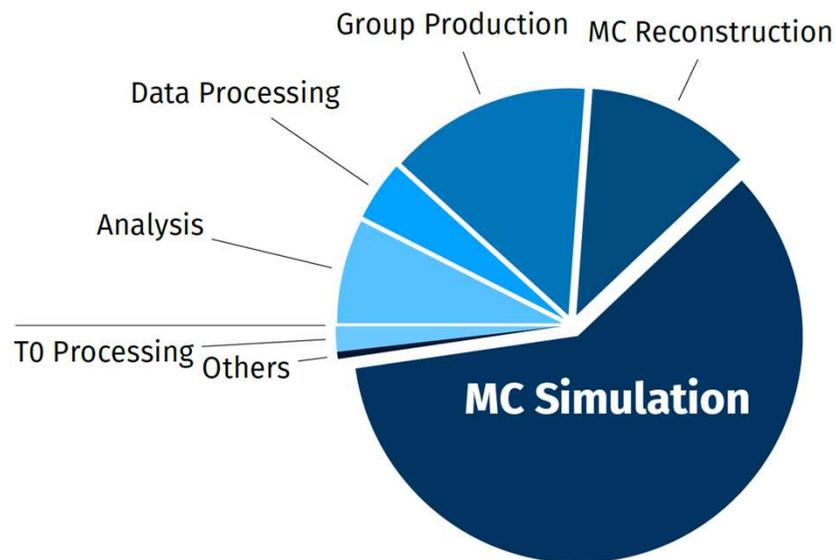
**UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE**



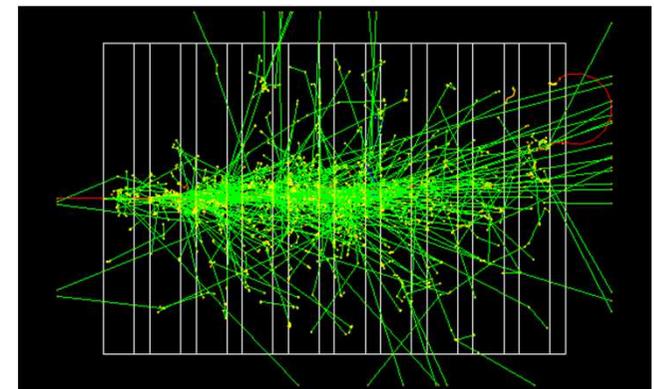
# Simulation à grande échelle et haute fidélité



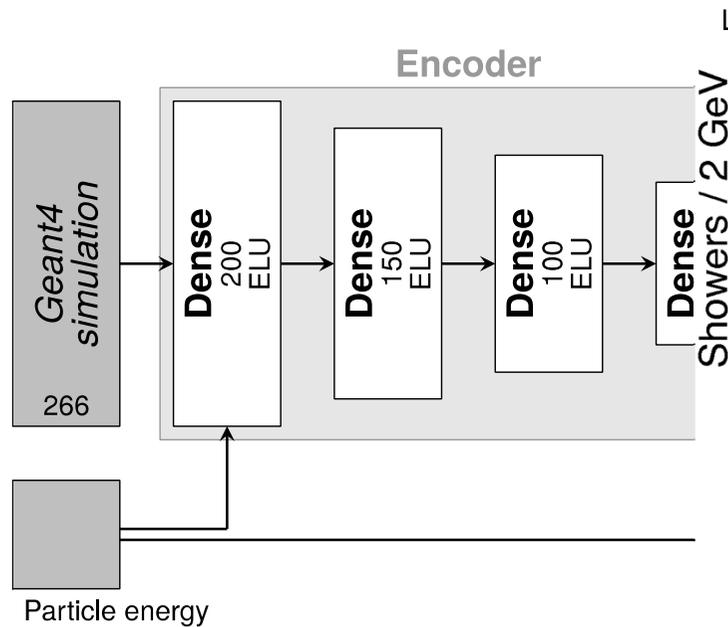
↑  
Goulot d'étranglement



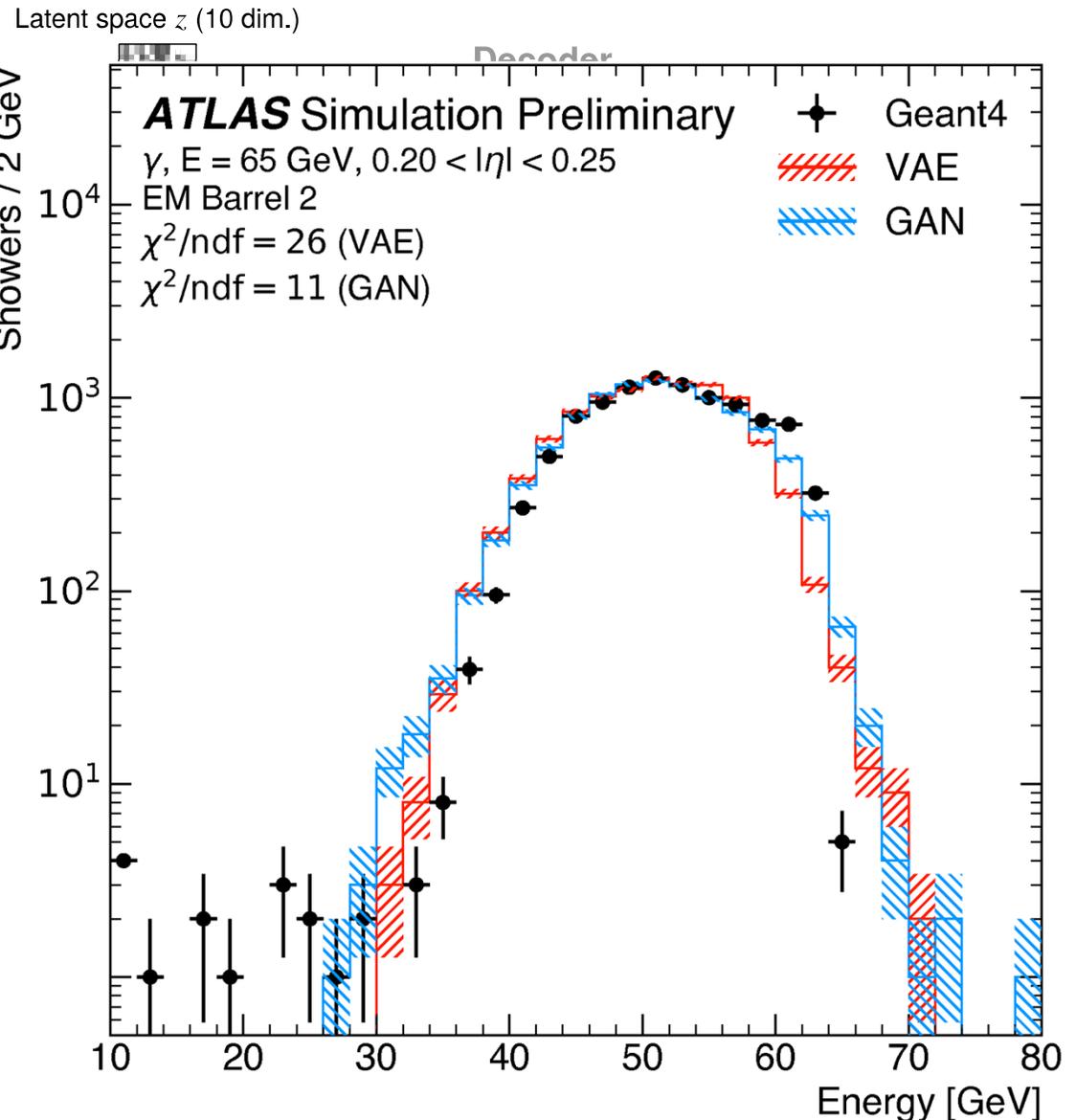
Dominé par la simulation Geant



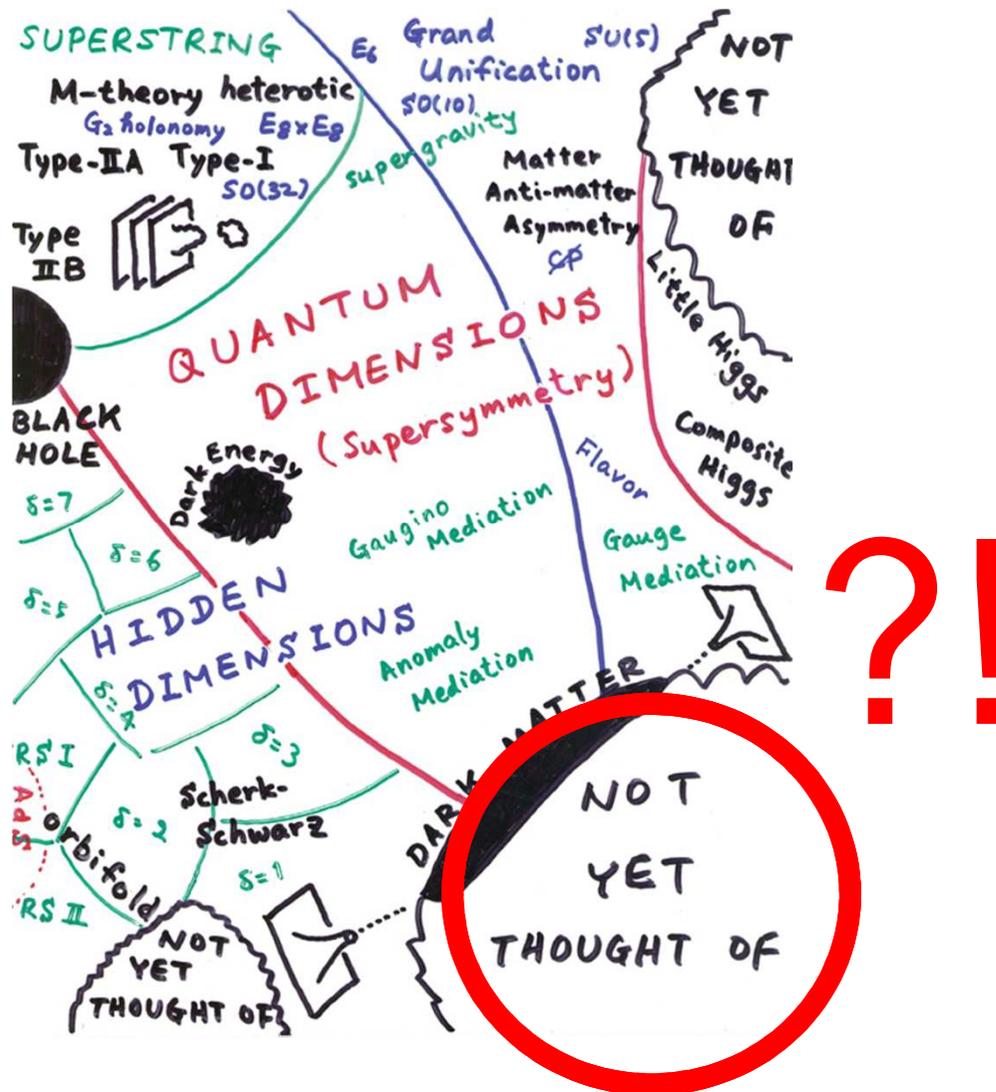
# Deep Generative Autoencoder (GAN)



- **Objectif:** approximer Geant avec GAN rapide
- **Défis** particuliers:
  - Géométrie non uniforme
  - Données très rares
  - Plage dynamique élevée: les queues comptent
- **Validation:** prometteur

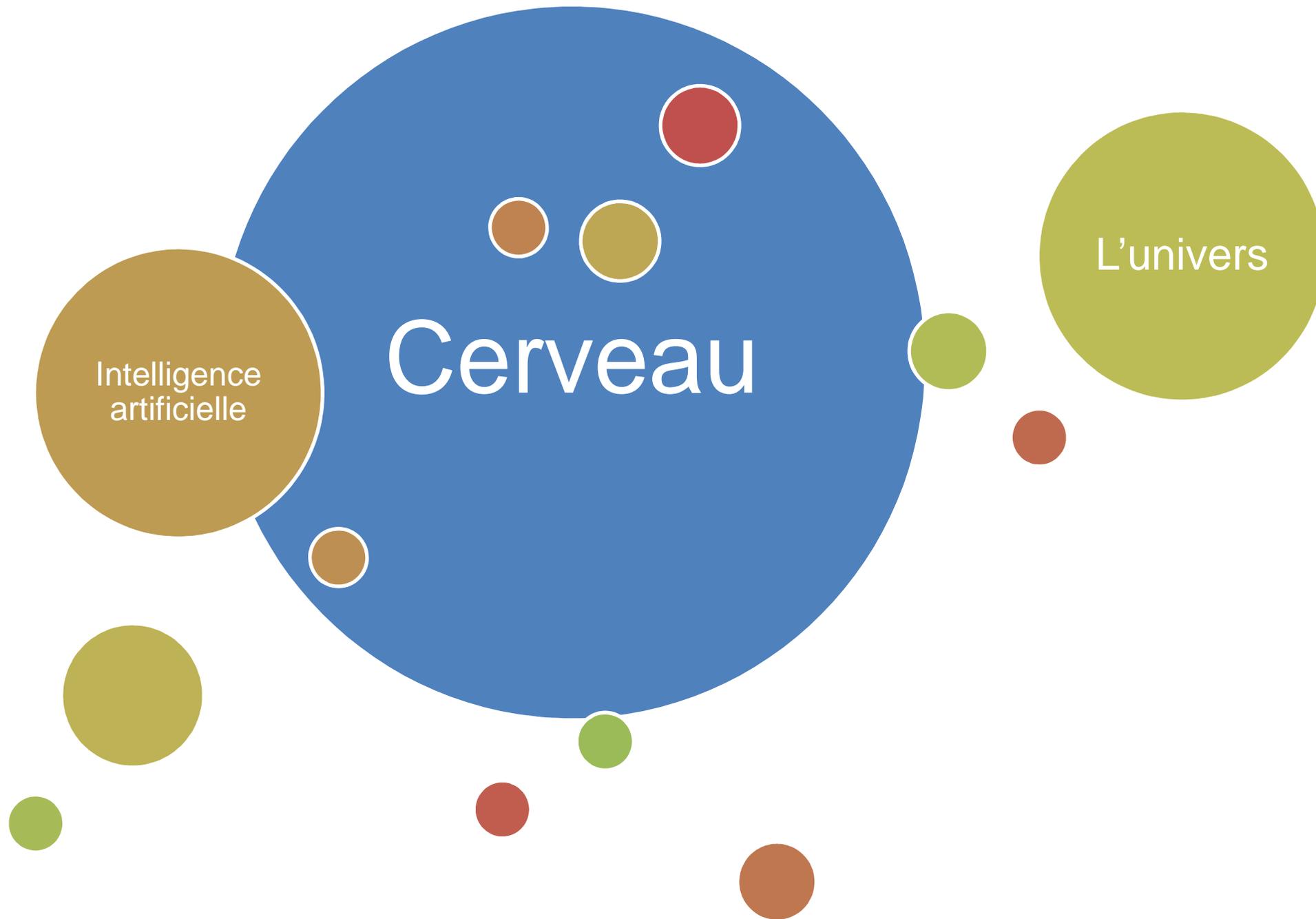


# Aperçu 2019: comment rechercher l'inconnu?



- Détection d'anomalies
  - Autoencoder
  - Clustering: outliers
- Application initiale:
  - **objets boostés avec substructure anormale**

Le Li  
 Takuya Nobe (boursier JSPS)  
 Avec contributions de Johnny,  
 Dalila, Sabrina, Ece



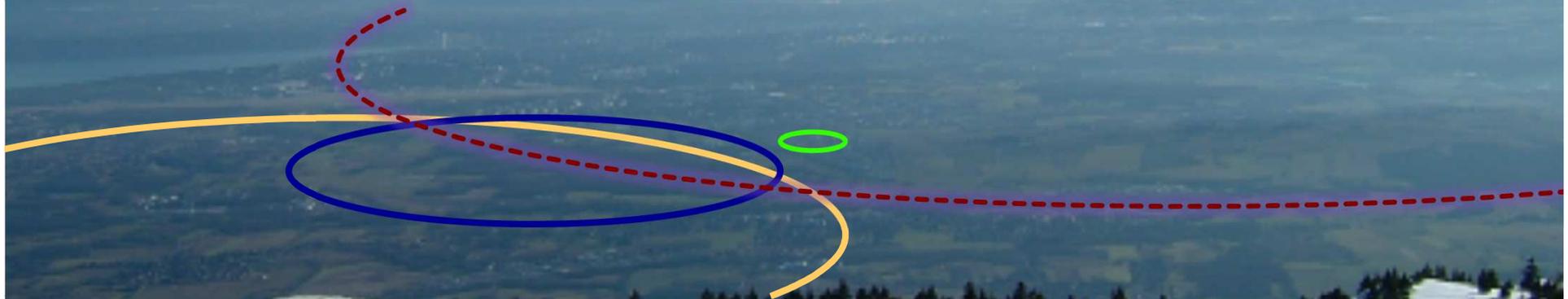
# Une petite sagesse pour finir

**Bart:** What is the mind? I-is it just a.. **system** of **impulses**, or... is it... something tangible?

**Homer:** Relax! What is mind? No matter. What is matter? Never mind.

*Bonnes fêtes !*

# Version future potentielle de notre machine



Noël 2050...?