

Le projet **MIMIA** 

Détection de désordres assistée par intelligence artificielle

un projet Ponts connectés

Auteurs : Marc CHACHUAT(CORNIS) & Florian SUBEY (SITES)

Plan de la présentation

1. Le Cadre d'étude
2. Collecte et annotation de données
3. Intelligence Artificielle : Fonctionnement et Entraînement
4. Performances et visualisations

Plan de la présentation

- 1. Le Cadre d'étude**
2. Collecte et annotation de données
3. Intelligence Artificielle : Fonctionnement et Entraînement
4. Performances et visualisations

- **visite d'ouvrage réalisée à distance, après acquisition numérique**
cas d'usages internes SITES : relevé 3D d'un tunnel (scantubes), acquisition par drone d'un barrage (orthophoto), acquisition via l'application Panobridge d'un ouvrage d'art (Axe 2 du projet MIMIA).
- **points communs** : relevés exhaustifs, haute résolution, grande quantité de données à examiner sur une interface visuelle. **Expertise humaine longue et fastidieuse.**
- **notre objectif** : assister l'humain dans son analyse, accélérer l'expertise.
pré-repérage des suspicions de défauts, l'expert peut les consulter directement sur le relevé, et ne parcourir que superficiellement le reste.

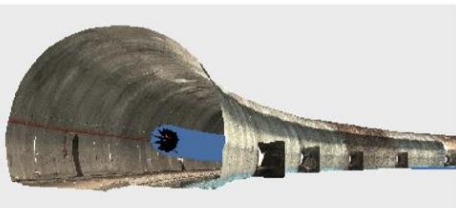


illustration : données scantubes après assemblage des clichés (ci-dessus). Données revues à haute résolution (ci-dessous)

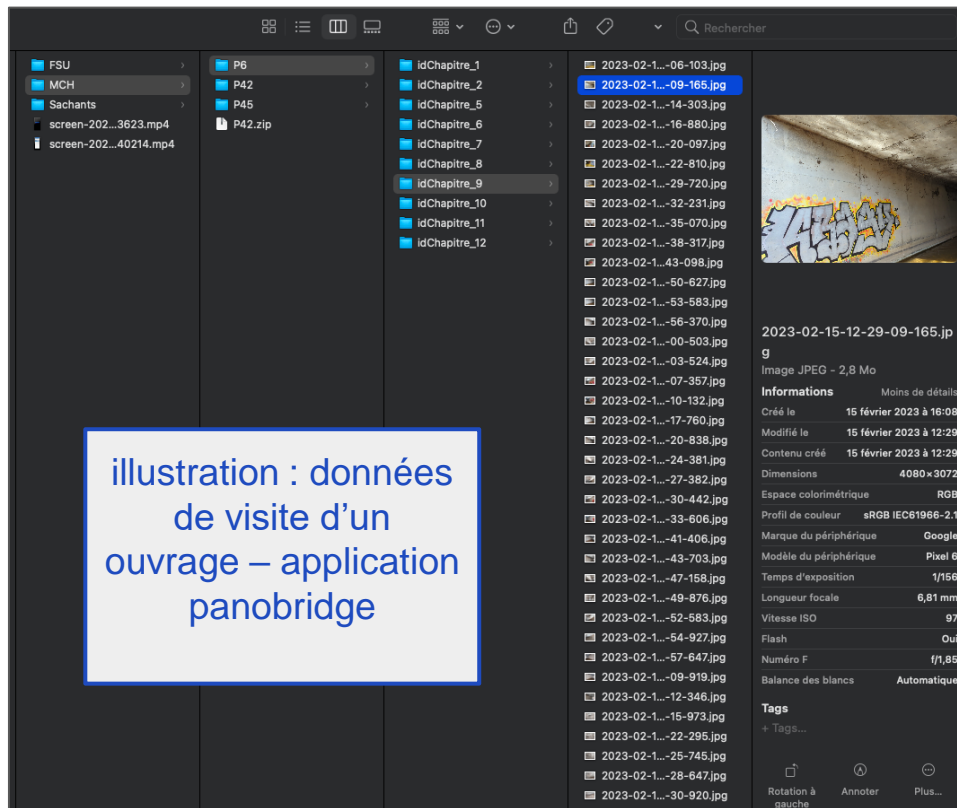
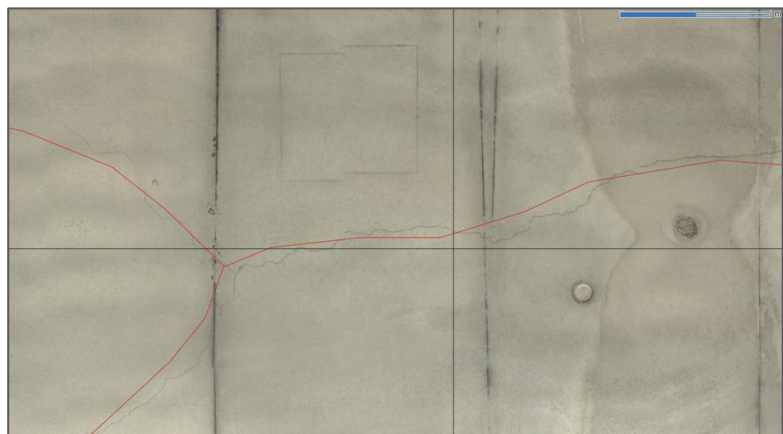


illustration : données de visite d'un ouvrage – application panobridge

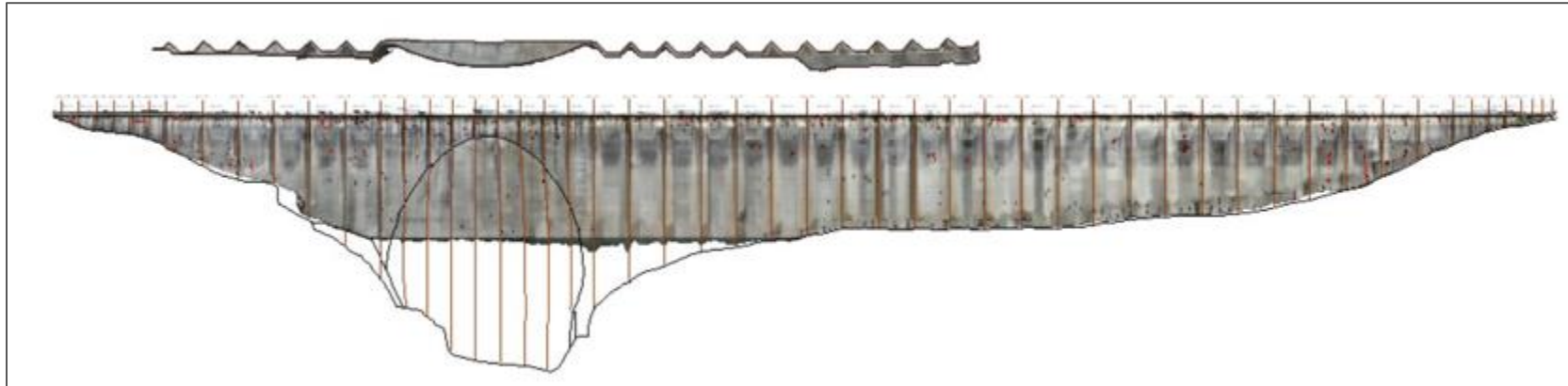


illustration : réassemblage des photographies du barrage de Roseland

1. Le cadre d'étude

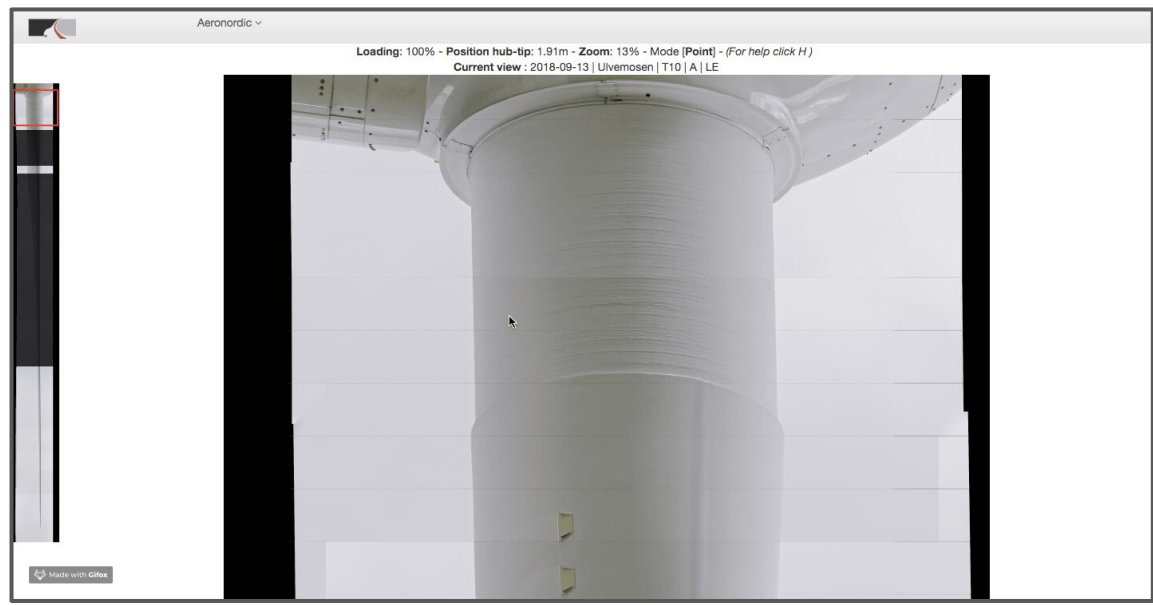


illustration : procédé équivalent mis en place par Cornis dans l'expertise de pales d'éoliennes

Plan de la présentation

1. Le Cadre d'étude
- 2. Collecte et annotation de données**
3. Intelligence Artificielle : Fonctionnement et Entraînement
4. Performances et visualisations

- Données collectées à travers les bureaux “Inspections d’Ouvrages” du groupe SITES.
- 42 000+ images collectées, réparties dans 4 bureaux, sur 40 affaires (= projets) différentes, et sur 700+ ouvrages distincts
- focus : ponts dalle béton, ponts cadre béton, ponts maçonnerie, mur de soutènement béton, mur de soutènement maçonné.

bureau	nombre d'affaires
LY	11
MA	7
PA	19
TO	3

bureau	num ouvrages
LY	509
PA	133
MA	43
TO	32

bureau	num photos
LY	28044
PA	6682
MA	5091
TO	3396

illustration : état de notre base d’images au 07/07/2022

2. Collecte et annotation des données

Étape 1 : Classification des images selon la portion d'ouvrage ciblée par la photographie

- Utilisation d'une interface d'annotation manuelle développée par Cornis.
- Classification en deux temps : première répartition puis étape de correction.
- 34 000+ images classifiées
- Objectif : considérer les différentes "portions d'ouvrage" séparément lors de la defect-detection

first_zone_classification_label	
appui_mur_de_front	4273
appui_mur_retour	876
bandeau	251
dispositif_de_retenu	143
dispositif_retenu	2612
elevation	1444
intrados	2035
mur_contigu	64
not_annotated	13980
piedroit	451
to_dismiss	129
unselected	4454
voie_franchie	24
voie_portee	2157
voie_protegee	41
voute	887
élévation	270

nombre de photos par portion d'ouvrage ciblée : bilan de la première répartition

2. Collecte et annotation des données

Étape 1 : Classification des images selon la portion d'ouvrage ciblée par la photographie

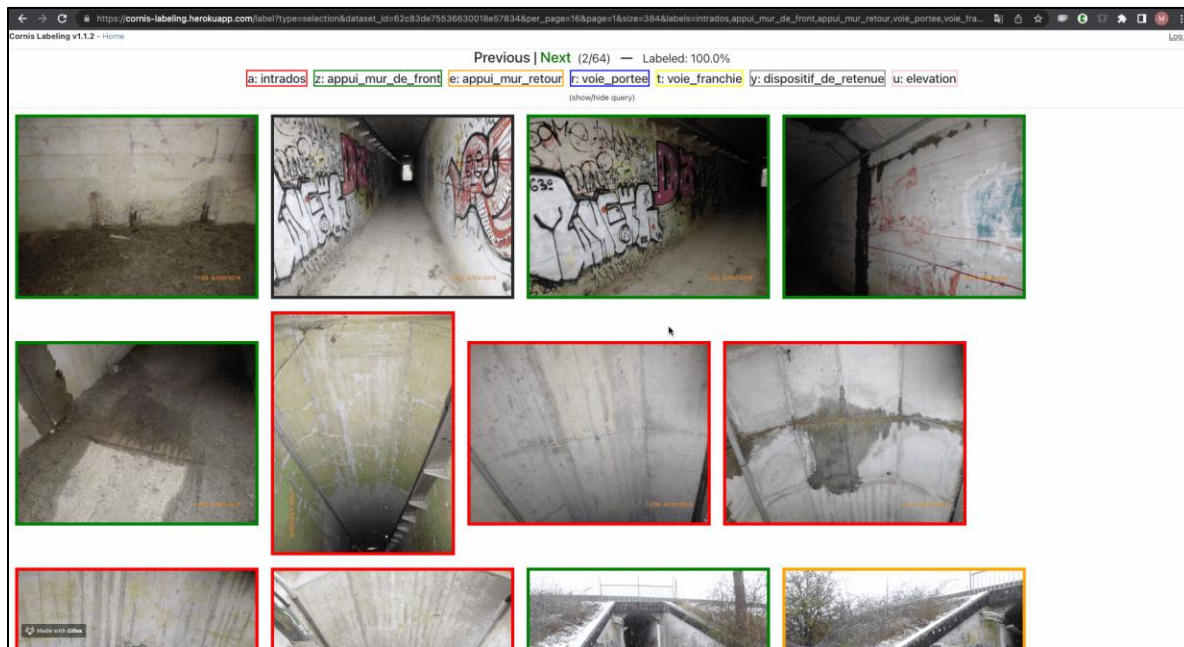


illustration : interface Cornis de classification d'images selon la portion d'image ciblée

2. Collecte et annotation des données

Étape 2 : Annotation précise des désordres

- Utilisation d'une seconde interface d'annotation manuelle développée par Cornis.
- Annotation réalisées par 7 experts IDO du groupe SITES.
- 18 000+ images annotées en un total de 35h.
- 4400+ désordres repérés

first_zone_classification_label	
appui_mur_de_front	4273
appui_mur_retour	876
bandeau	251
dispositif_de_retenue	143
dispositif_retenue	2612
elevation	1444
intrados	2035
mur_contigu	64
not_annotated	13980
piedroit	451
to_dismiss	129
unselected	4454
voie_franchie	24
voie_portee	2157
voie_protegee	41
voute	887
élévation	270

nombre de photos par portion d'ouvrage
ciblée : bilan de la première répartition

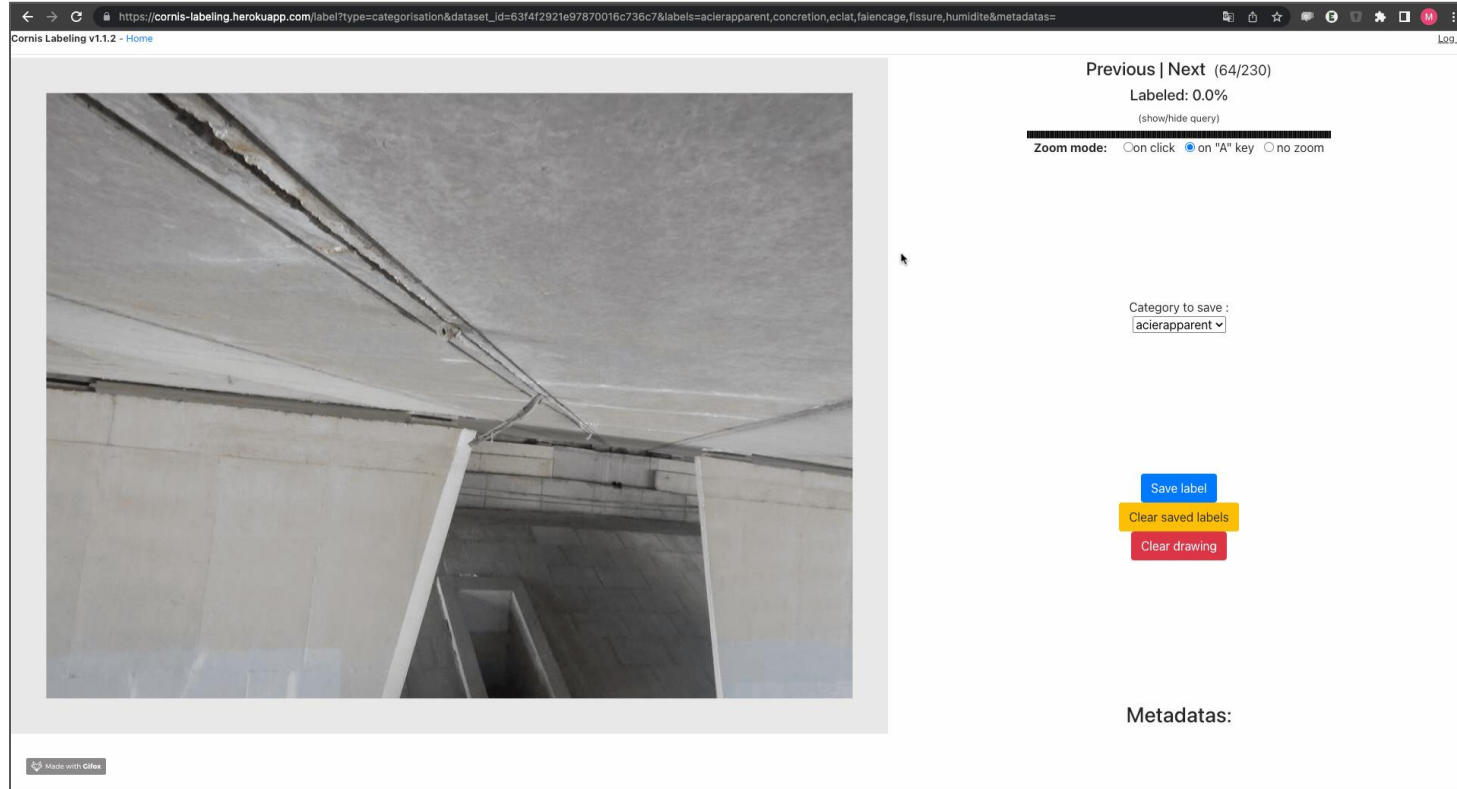


illustration : interface custom d'annotation développée par Cornis

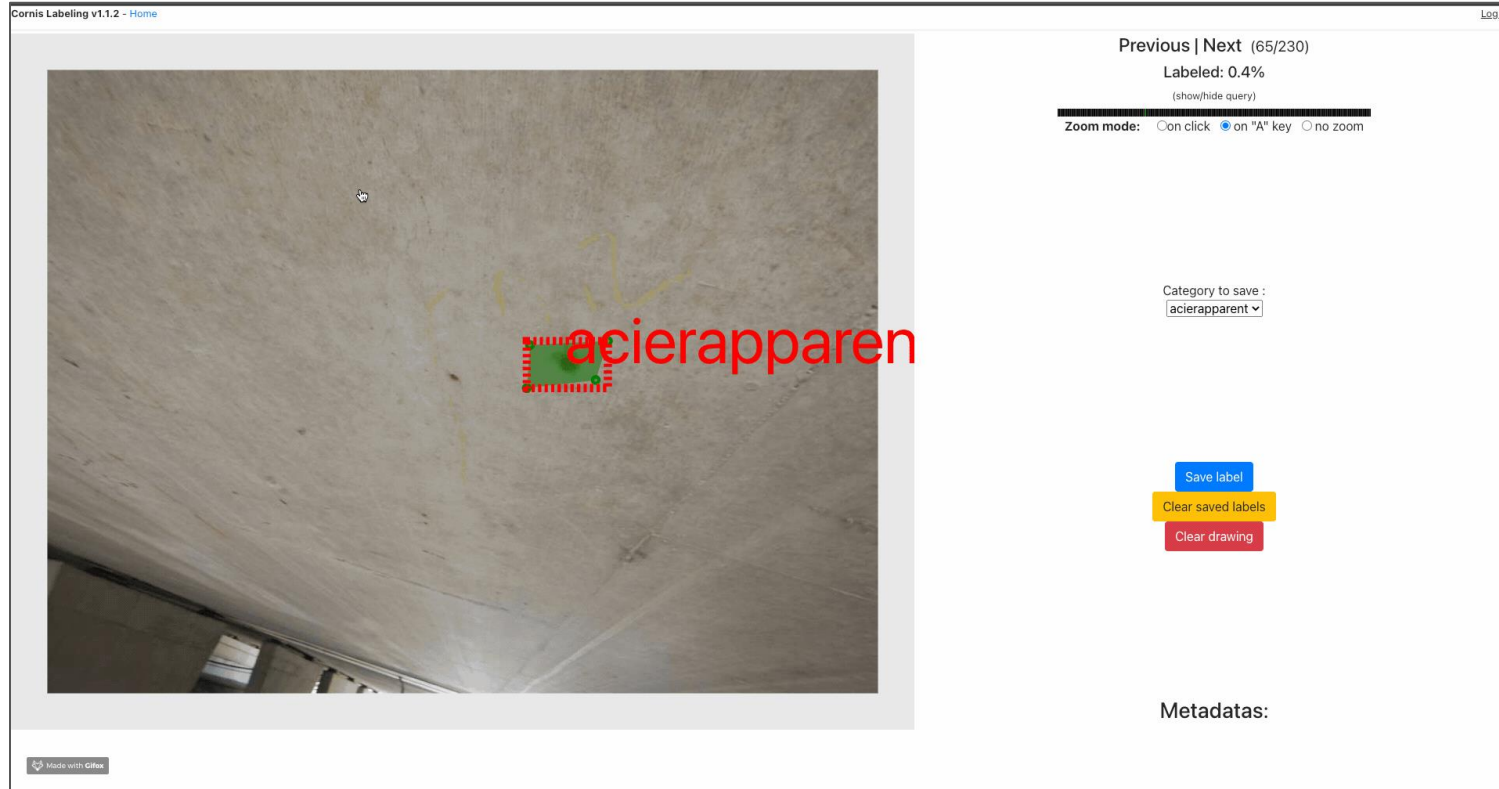


illustration : interface custom d'annotation développée par Cornis

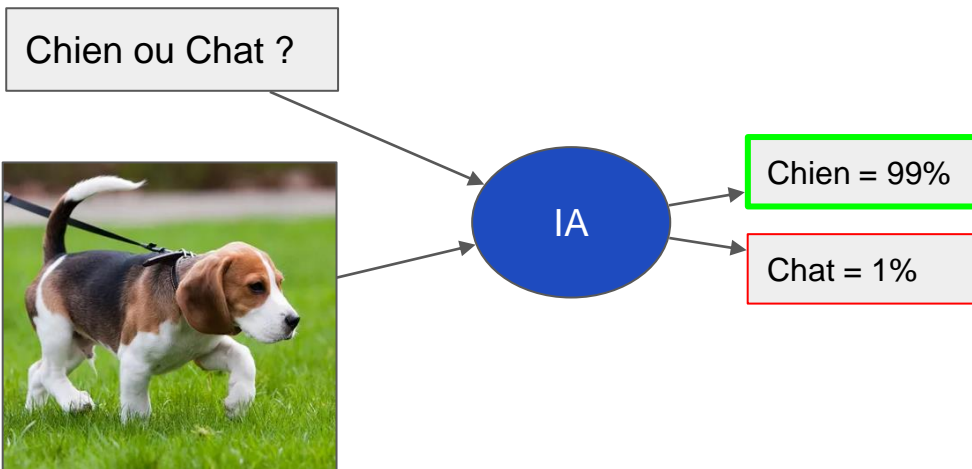
Plan de la présentation

1. Le Cadre d'étude
2. Collecte et annotation de données
- 3. Intelligence Artificielle : Fonctionnement et Entraînement**
4. Performances et visualisations

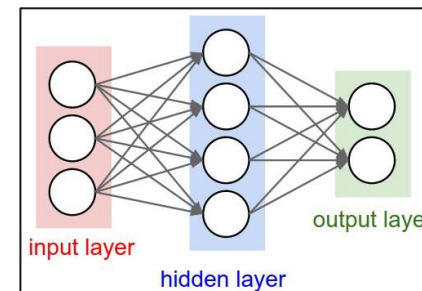
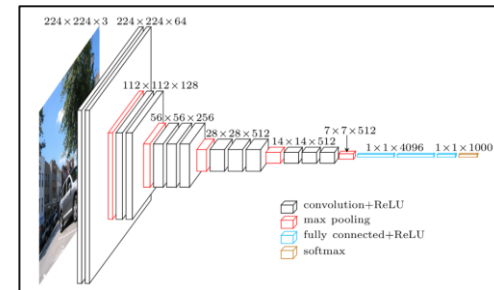
3. Intelligence Artificielle : Fonctionnement et Entraînement

De quelle IA parlons nous ici ?

=> Chez Cornis, notre IA préférée est une IA de Classification, appartenant à la classe des "Convolutional Neural Network" (CNN) : le ResNet



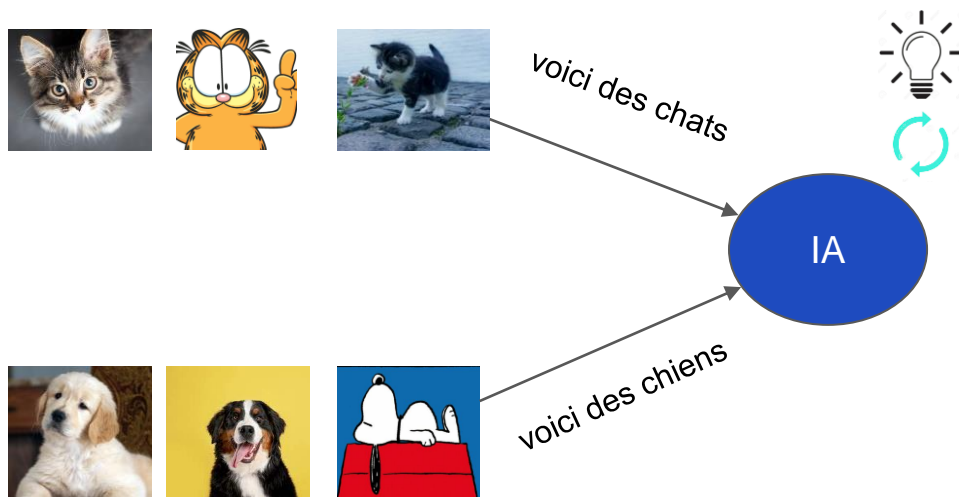
(image sous license)



3. Intelligence Artificielle : Fonctionnement et Entraînement

Pour arriver à une telle classification :

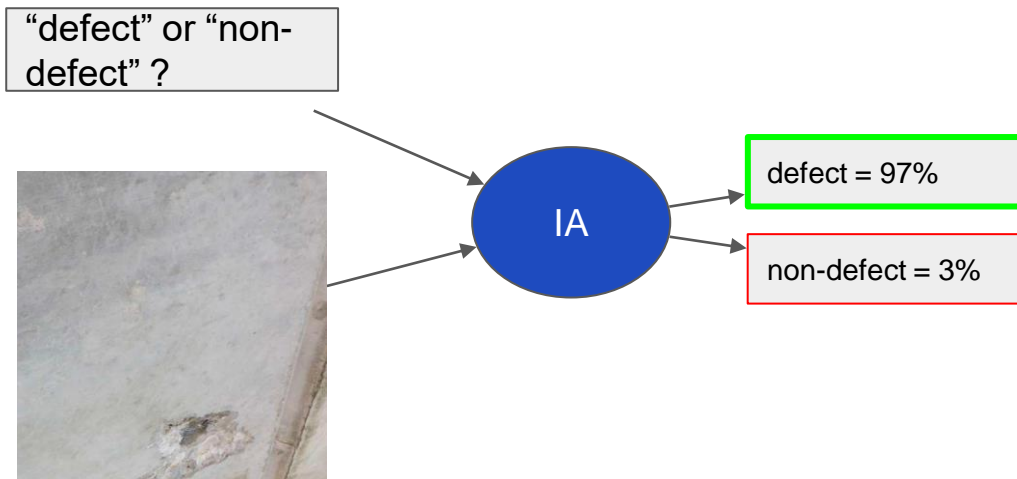
Un travail d'**entraînement** de l'IA est nécessaire !



(images sous license)

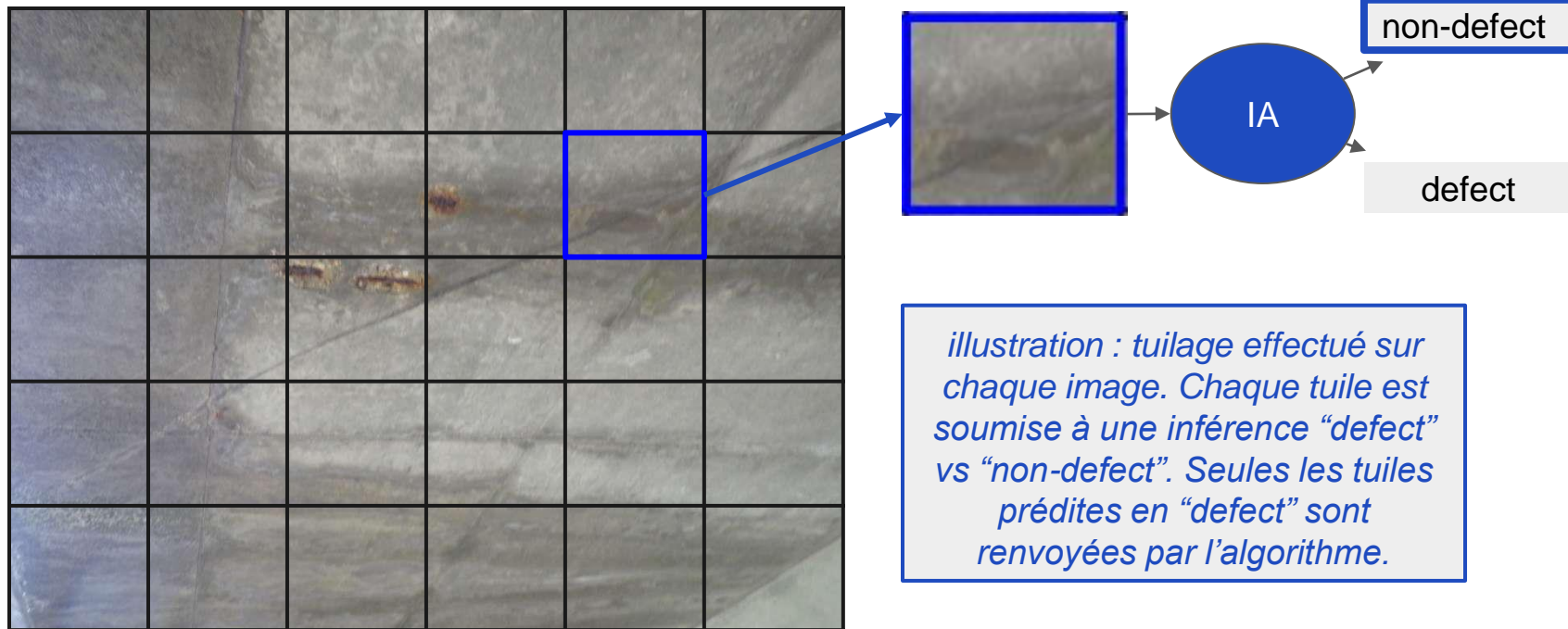
3. Intelligence Artificielle : Fonctionnement et Entraînement

Notre cas d'usage : détection de désordres sur les intrados de ponts bétons



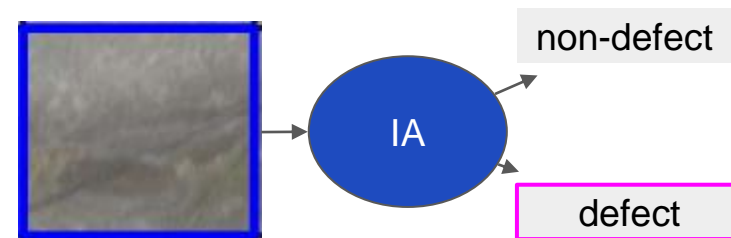
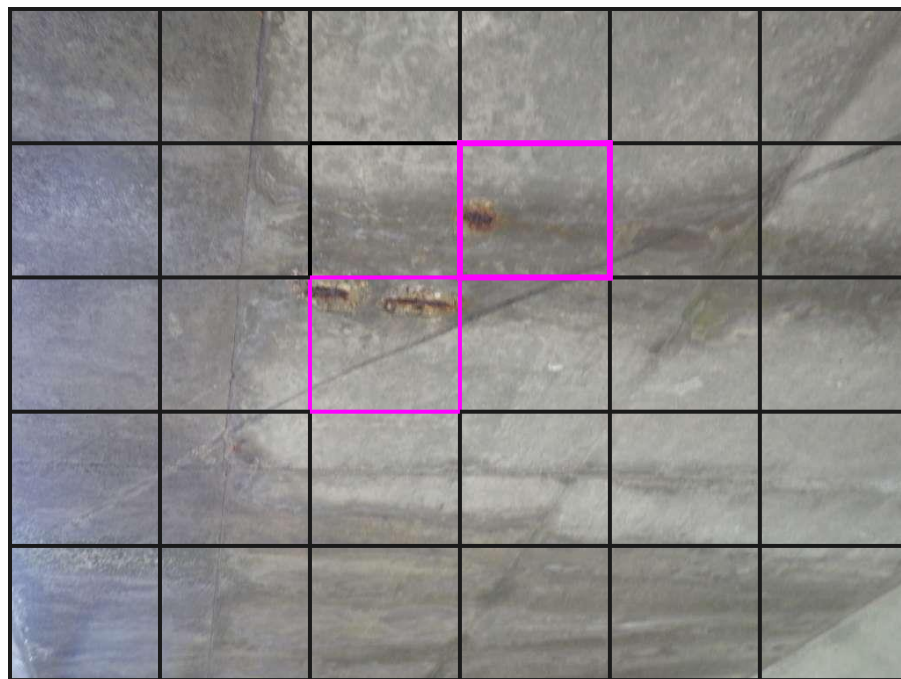
3. Intelligence Artificielle : Fonctionnement et Entraînement

Plus précisément, pour localiser les défauts sur une image complète / déterminer si une image complète contient un défaut :



3. Intelligence Artificielle : Fonctionnement et Entraînement

Plus précisément, pour localiser les défauts sur une image complète / déterminer si une image complète contient un défaut :



*illustration : quel serait un résultat idéal de notre algorithme ?
(résultat non obtenu automatiquement, il s'agit juste d'une visualisation pour les besoins de l'explication)*

3. Intelligence Artificielle : Fonctionnement et Entraînement

Avec quoi entraînons nous notre réseau ? des tuiles de défauts “prononcés”

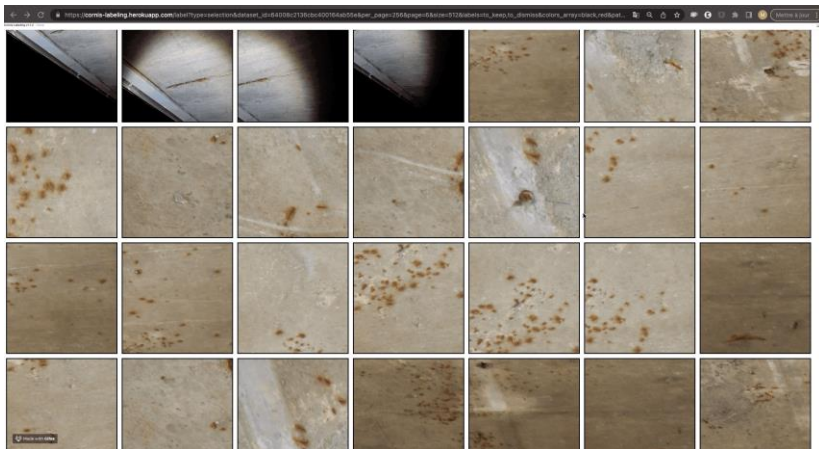


illustration : tuiles de désordres catégorisés comme “acier-apparent”

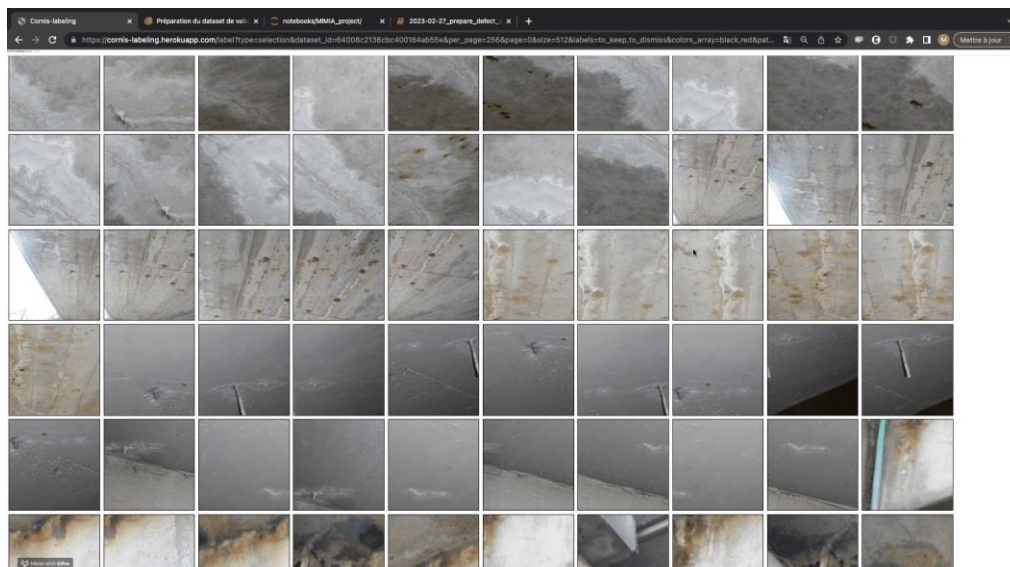


illustration : tuiles de désordres catégorisés comme “concrétion”

3. Intelligence Artificielle : Fonctionnement et Entraînement

Avec quoi entraînons nous notre réseau ? des tuiles de défauts “prononcés”

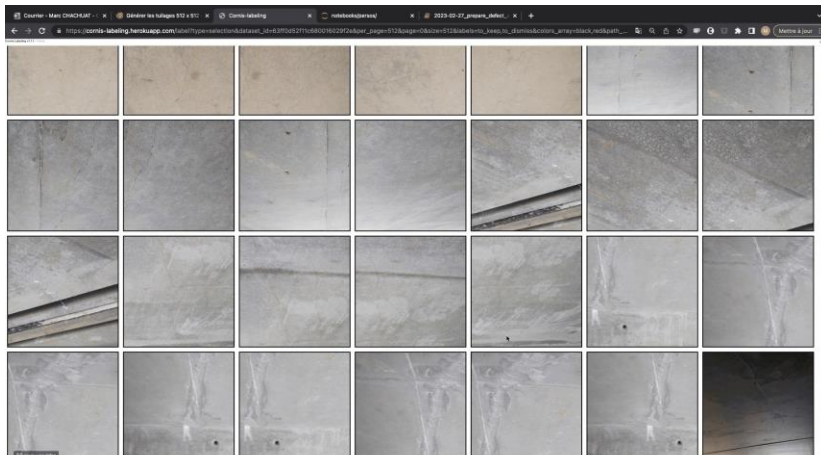


illustration : tuiles de désordres catégorisés
comme “fissure”

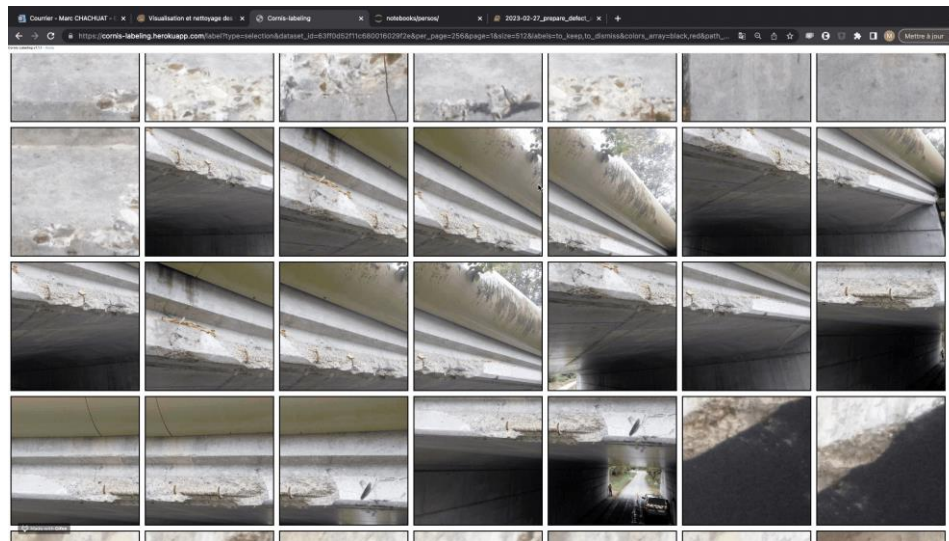


illustration : tuiles de désordres catégorisés comme
“éclat”

3. Intelligence Artificielle : Fonctionnement et Entraînement

Avec quoi entraînons nous notre réseau ? des tuiles de défauts “prononcés”



illustration : tuiles de désordres catégorisés comme “humidité”

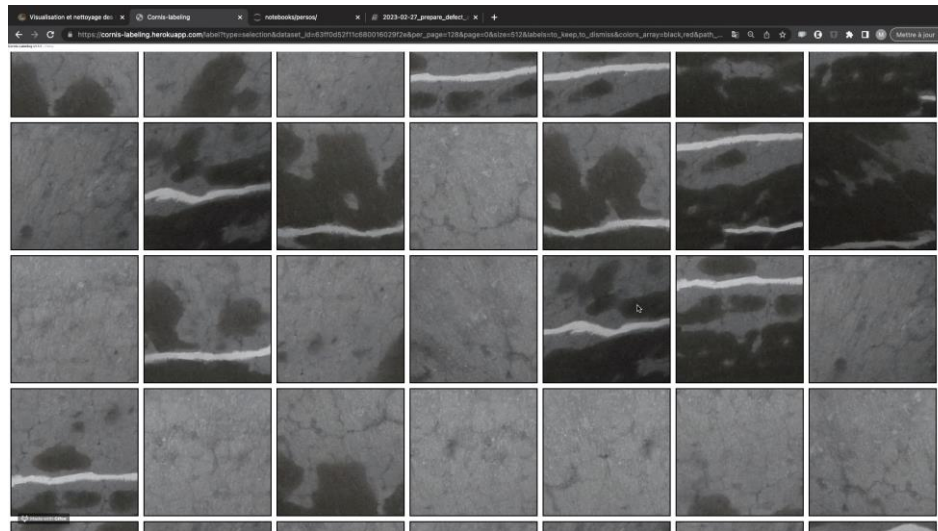


illustration : tuiles de désordres catégorisés comme “faïençage”

3. Intelligence Artificielle : Fonctionnement et Entraînement

Avec quoi entraînons nous notre réseau ? des tuiles de non-défauts “propres”

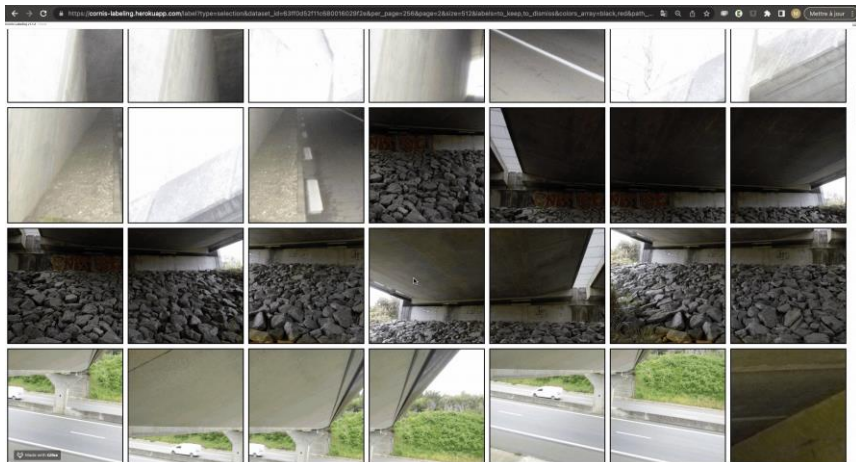


illustration : tuiles ne contenant pas de désordres

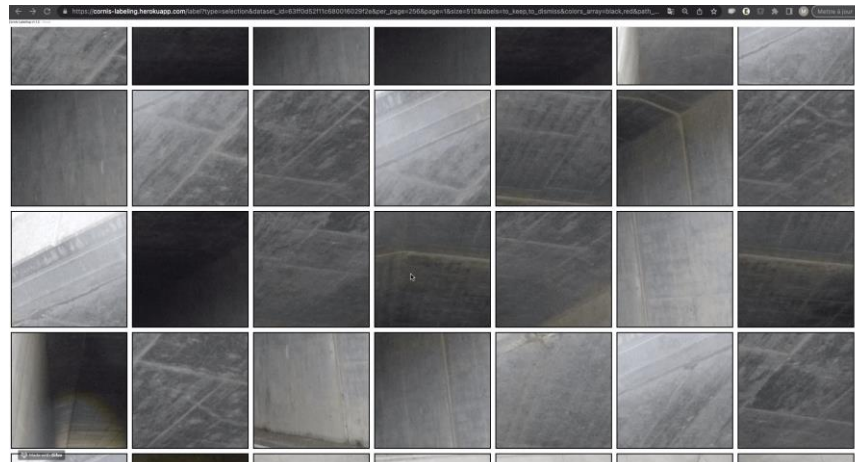


illustration : tuiles ne contenant pas de désordres

3. Intelligence Artificielle : Fonctionnement et Entraînement

Entraînement du réseau – des métriques permettant de suivre la progression

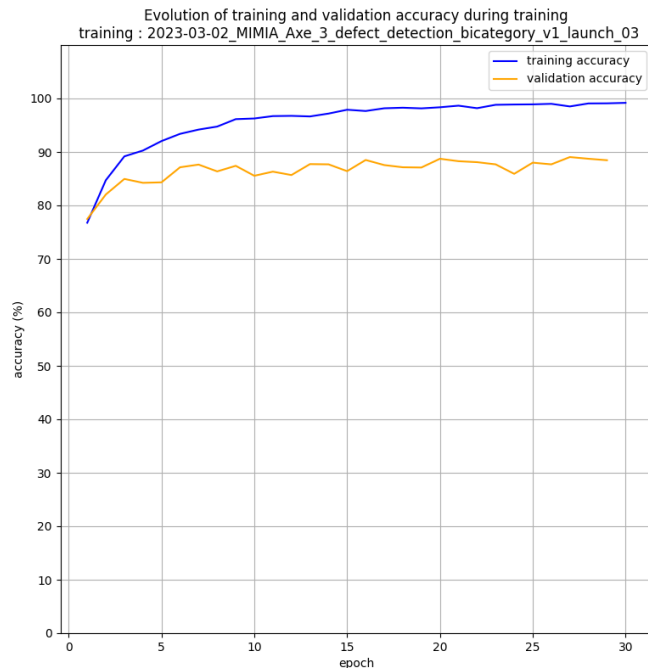


illustration : pour chaque itération on mesure l'accuracy sur les données vues en training, et sur des données témoins (validation dataset qui permet de mesurer la performance de généralisation)

Plan de la présentation

1. Le Cadre d'étude
2. Collecte et annotation de données
3. Intelligence Artificielle : Fonctionnement et Entraînement
- 4. Performances et visualisations**

4. Performances et visualisations

Des performances encourageantes : un algorithme capable de séparer des tuiles de défauts et de non-défauts jamais vues jusque là

Répartition des scores pour les tuiles de défaut & de non défaut
checkpoint 2023-03-02_MIMIA_Axe_3_defect_detection_bicategory_v1_launch_03_epoch_27
évalué sur le validation dataset composé de
930 tuiles 'defect' et 1274 tuiles non-defect

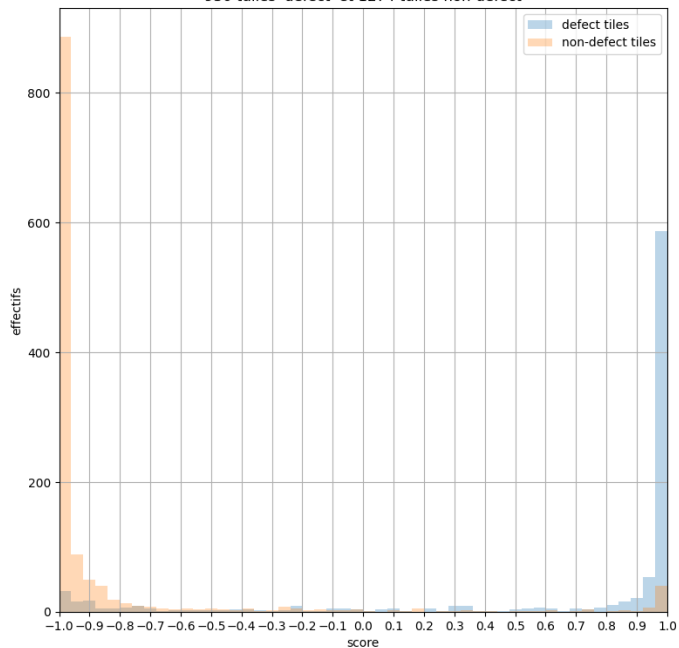
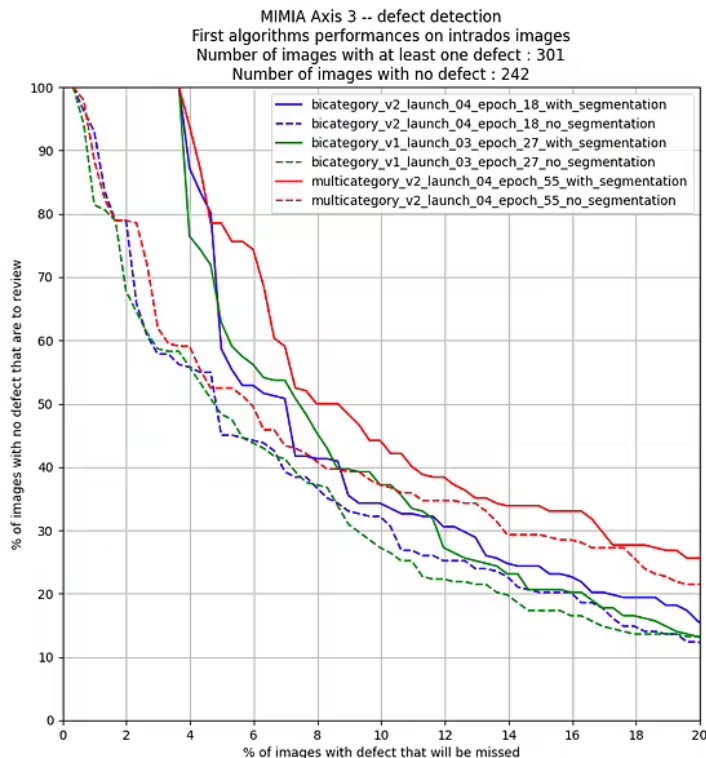


illustration : la plupart des tuiles de défaut obtiennent un score proche de 1, et la plupart des tuiles de non-défaut obtiennent un score proche de -1

4. Performances et visualisations

Des performances encourageantes : un algorithme capable de séparer de limiter la revue d'image superflues, sans manquer trop d'images contenant des défauts



4. Performances et visualisations

Visuels de détections de défauts :

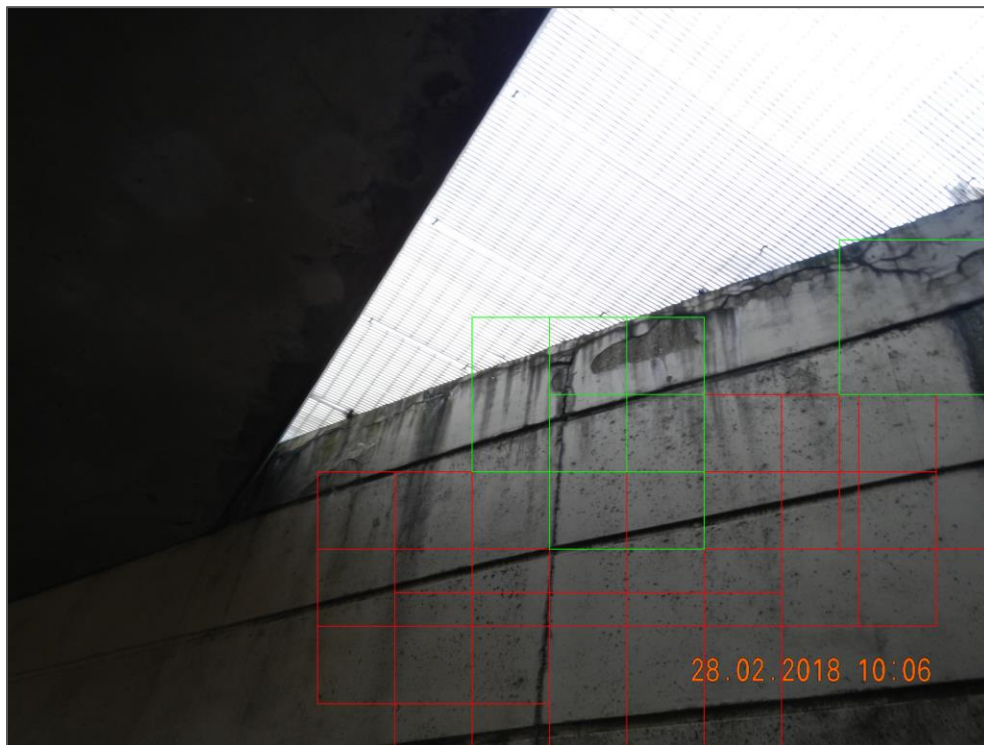


illustration : exemple de détection de défaut.

tuile verte = tuile classifiée en défaut, à raison.

tuile rouge = tuile classifiée en défaut, à tort

4. Performances et visualisations

Visuels de détections de défauts :



illustration : exemple de détection de défaut.

tuile verte = tuile classifiée en défaut, à raison.

tuile rouge = tuile classifiée en défaut, à tort

4. Performances et visualisations

Visuels de détections de défauts :



illustration : exemple de détection de défaut.

tuile verte = tuile classifiée en défaut, à raison.

tuile rouge = tuile classifiée en défaut, à tort

4. Performances et visualisations

Visuels de détections de défauts :



illustration : exemple de détection de défaut.

tuile verte = tuile classifiée en défaut, à raison.

tuile rouge = tuile classifiée en défaut, à tort

4. Performances et visualisations

Visuels de détections de défauts :



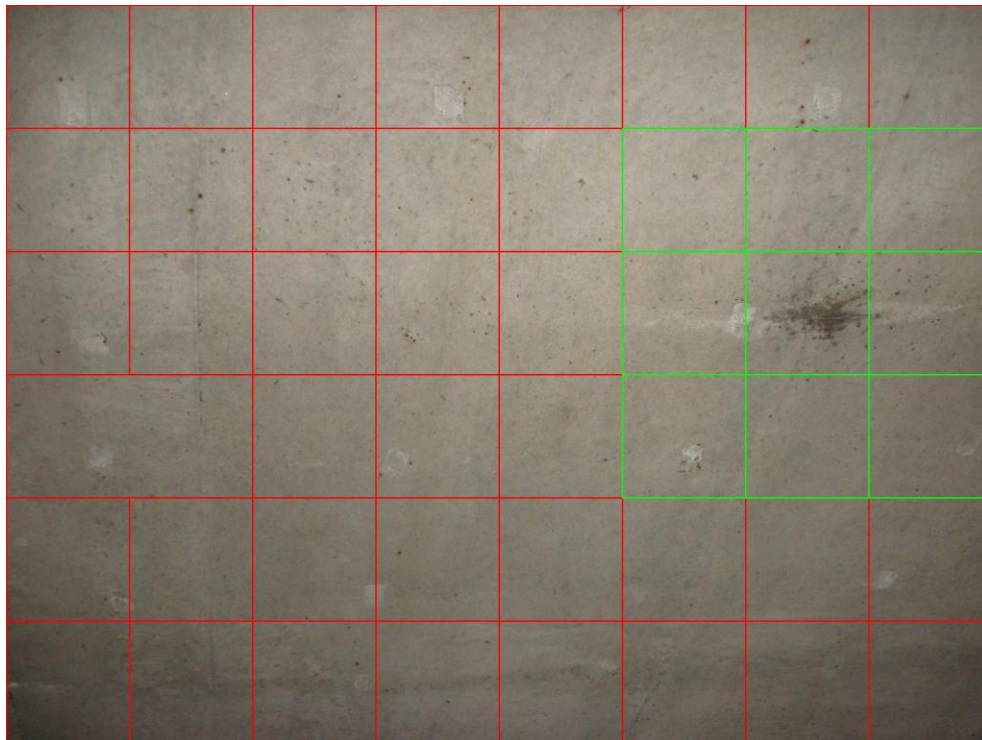
illustration : exemple de détection de défaut.

tuile verte = tuile classifiée en défaut, à raison.

tuile rouge = tuile classifiée en défaut, à tort

4. Performances et visualisations

Visuels de détections de défauts :



*beaucoup de détections à tort
! tout est détecté comme
défaut sur cette image ...*

*illustration : exemple de détection
de défaut.*

*tuile verte = tuile classifiée en
défaut, à raison.*

*tuile rouge = tuile classifiée en
défaut, à tort*

4. Performances et visualisations

Visuels de **fausses** détections



*quelques détections à tort font
que l'image doit être revue*

*illustration : exemple de détection
de défaut.*

*tuile verte = tuile classifiée en
défaut, à raison.*

*tuile rouge = tuile classifiée en
défaut, à tort*

4. Performances et visualisations

Visuels de **fausses** détections



*quelques détections à tort font
que l'image doit être revue*

*illustration : exemple de détection
de défaut.*

*tuile verte = tuile classifiée en
défaut, à raison.*

*tuile rouge = tuile classifiée en
défaut, à tort*

4. Performances et visualisations

Visuels de **désordres manqués par l'IA**

aucune détection sur ces images d'aciers apparents et d'éclats



4. Performances et visualisations

Visuels d'images "superflues" sur lesquelles l'IA économise une revue à l'expert



Plan de la présentation

1. Le Cadre d'étude
2. Collecte et annotation de données
3. Intelligence Artificielle : Fonctionnement et Entraînement
4. Performances et visualisations

Questions ?