

4TIN806U

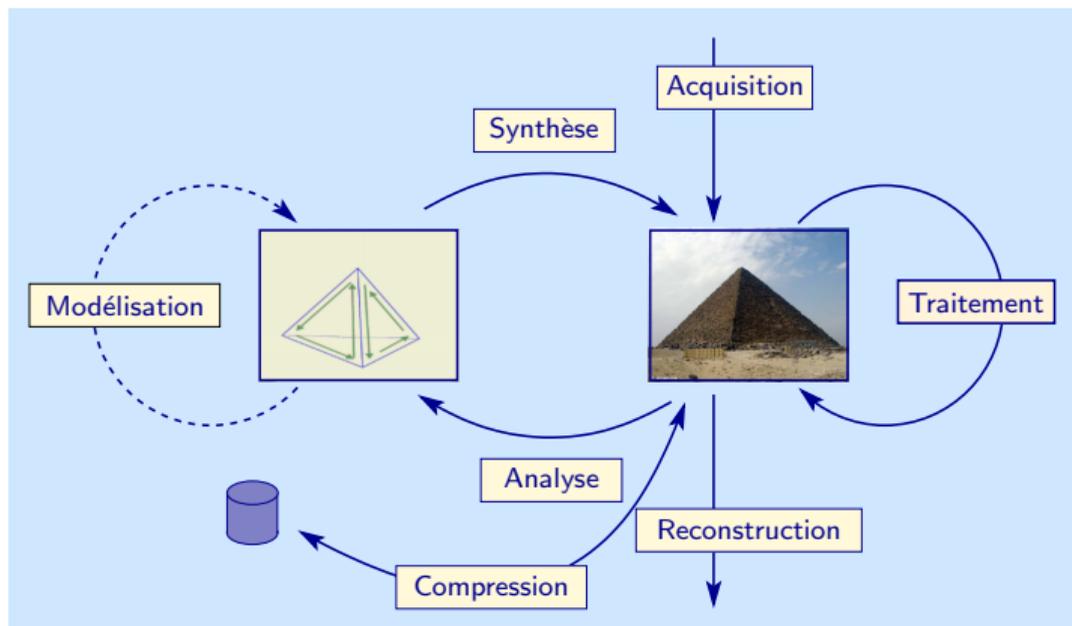
TRAITEMENT D'IMAGE

— Présentation de l'enseignement —

- ▶ *objectifs : acquisitions visées*
- ▶ *modalités d'évaluation des acquis*
- ▶ *organisation pédagogique*

Traitement d'image

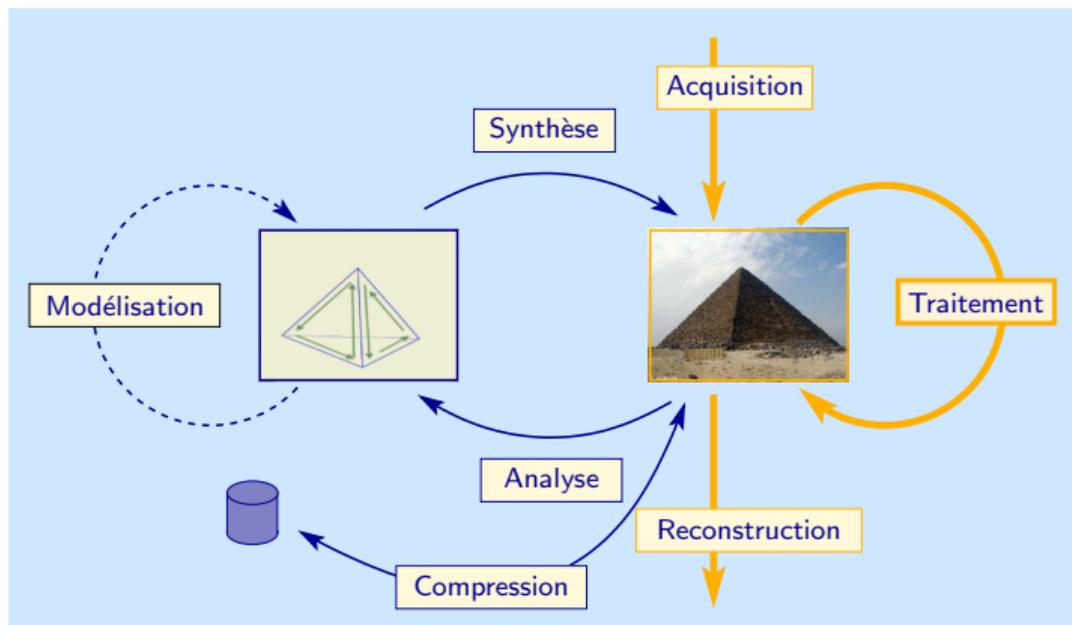
Imagerie
numérique



- ▶ étude des transformations
 - ▶ *prenant une (ou plusieurs) image(s) en entrée*
 - ▶ *produisant une image en sortie*
- ▶ + processus d'acquisition et de reconstruction

Traitement d'image

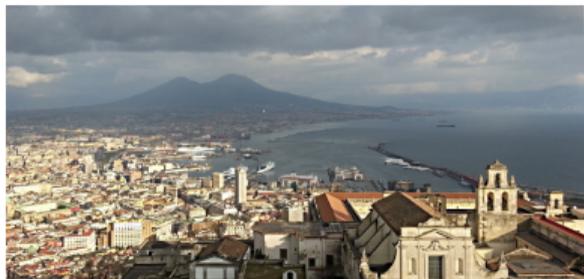
Imagerie numérique



- ▶ étude des transformations
 - ▶ *prenant une (ou plusieurs) image(s) en entrée*
 - ▶ *produisant une image en sortie*
- ▶ + processus d'acquisition et de reconstruction

Quelques exemples de traitements d'image

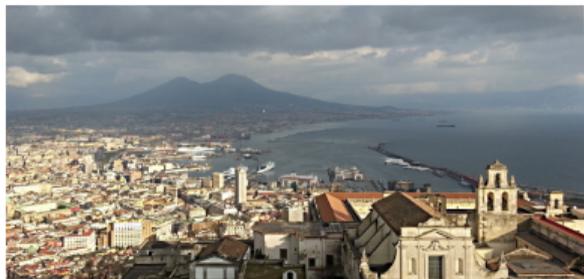
- ▶ modification des caractéristiques visuelles (résultat subjectif)
 - ▶ *éclaircir ou assombrir une partie d'une image*
 - ▶ *atténuer ou renforcer certains détails*



o suppose de pouvoir objectiver ces caractéristiques subjectives

Quelques exemples de traitements d'image

- ▶ modification des caractéristiques visuelles (résultat subjectif)
 - ▶ *éclaircir ou assombrir une partie d'une image*
 - ▶ *atténuer ou renforcer certains détails*



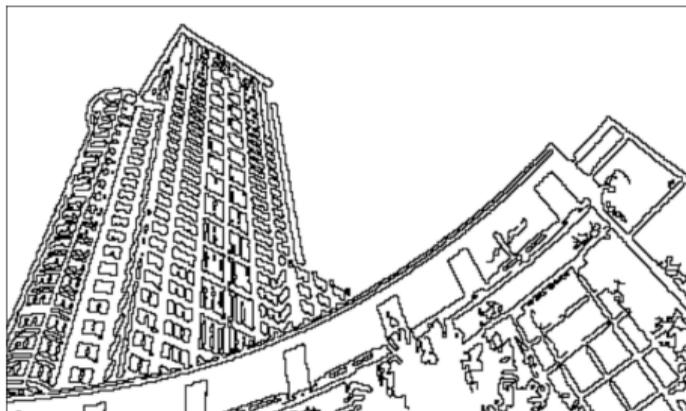
- suppose de pouvoir objectiver ces caractéristiques subjectives

- ▶ suppression des défauts
 - ▶ *erreurs de transmission*
 - ▶ *bruit des capteurs*
 - ▶ *distorsions de lentille,*
 - ▶ *etc.*

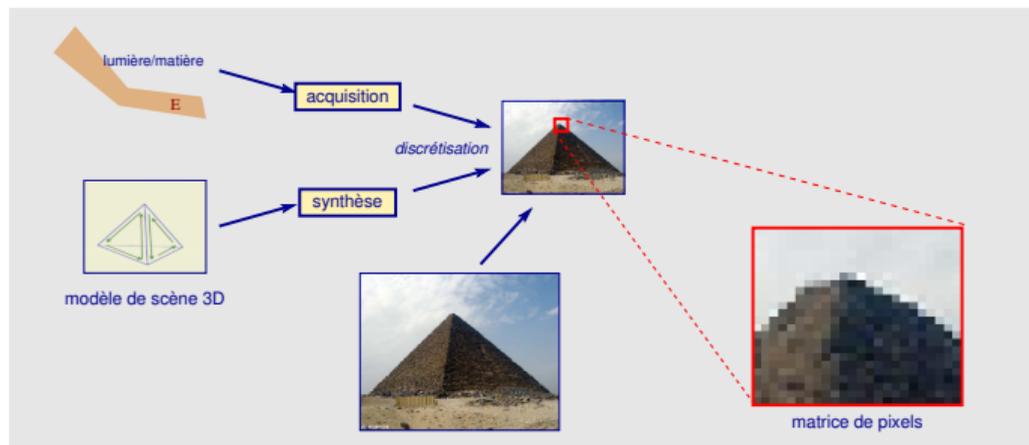


- suppose de pouvoir caractériser les défauts

► extraction d'éléments significatifs (→ analyse d'image)



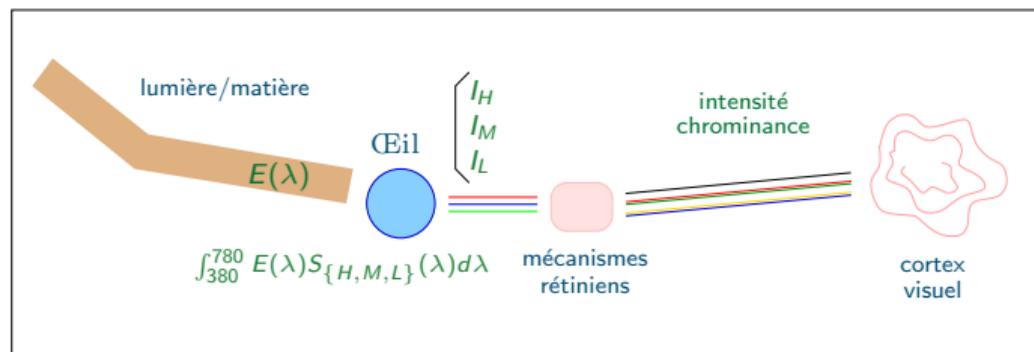
Des images numériques, naturelles ou artificielles



- ▶ une image numérique est une structure **discrète** (matrice de pixels)
- ▶ elle peut être le résultat d'une **discrétisation**
 - ▶ acquisition d'une image naturelle (appareil photo, scanner)
 - ▶ génération d'une image artificielle (synthèse d'image)
- ▶ elle peut aussi provenir de la **transformation** d'une autre image numérique
- ▶ les images artificielles **simulent** des images naturelles

Des images pas si naturelles que ça...

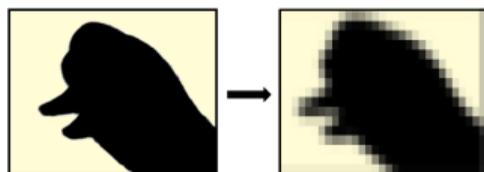
- ▶ une « *image naturelle* » est le résultat de plusieurs phénomènes
 - des interactions lumière / matière
 - un dispositif d'acquisition
 - l'interprétation de l'information acquise par le système de vision



- ▶ les images n'existent que relativement à un système de vision — pour nous le **système de vision humain (SVH)**

L'imagerie numérique nécessite par conséquent :

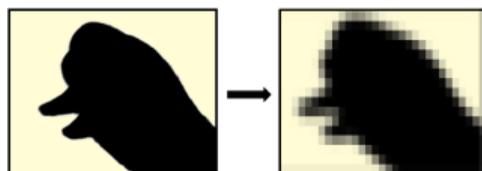
- ▶ de prendre en compte l'ensemble du processus de formation des images
 - ▶ *physique*
 - ▶ *physiologique*
 - ▶ *psychologique*
- ▶ de prendre également en compte le processus de numérisation



- ▶ et pour cela d'adopter une **approche interdisciplinaire** :
 - ▶ *modèles physiques : photonique, optique, colorimétrie*
 - ▶ *modèles biologiques : physiologie, neurosciences, perception visuelle*
 - ▶ *outils : théorie du signal, mathématiques*
 - ▶ *mise en œuvre informatique*

L'imagerie numérique nécessite par conséquent :

- ▶ de prendre en compte l'ensemble du processus de formation des images
 - ▶ *physique*
 - ▶ *physiologique*
 - ▶ *psychologique*
- ▶ de prendre également en compte le processus de numérisation



- ▶ et pour cela d'adopter une **approche interdisciplinaire** :
 - ▶ *modèles physiques : photonique, optique, colorimétrie*
 - ▶ *modèles biologiques : physiologie, neurosciences, perception visuelle*
 - ▶ *outils : théorie du signal, mathématiques*
 - ▶ *mise en œuvre informatique*

Un double objectif :

- ▶ acquérir un socle pluridisciplinaire de connaissances de base utiles au traitement des images numériques
 - ▶ modèles physiques, physiologiques et psychovisuels : comprendre la manière dont les images se forment et sont perçues par le système visuel humain (SVH)
 - ▶ outils mathématiques et informatiques utiles à la représentation, à la construction et au traitement des images numériques 2D
- ▶ développer une expertise pour
 - ▶ reconnaître
 - ▶ analyser
 - ▶ choisir
 - ▶ mettre en œuvre un traitement

Appropriation d'un socle de connaissances permettant de

- ▶ comprendre la **représentation des images dans le domaine spatial** (organisation en pixels et modélisation des couleurs relativement au SVH);
- ▶ comprendre la **représentation des images dans le domaine fréquentiel** (relativement à la prise en compte des variations au sein d'une image spatiale);
- ▶ comprendre la **construction d'une image discrète** à partir d'une représentation continue et le **processus inverse**;
- ▶ connaître et comprendre les familles de **méthodes de base** de traitement d'image (transformations ponctuelles, morphologiques et géométriques, convolutions, filtrages et détection de contours).

Acquis d'apprentissage visés

AAV-1 : comprendre un traitement décrit sous forme mathématique ou algorithmique et passer d'une forme à l'autre

AAV-2 : implémenter et mettre en œuvre un traitement (utilisation d'outils ou de bibliothèques, codage de traitements en C)

AAV-3 : identifier les caractéristiques visuelles d'une image et/ou ses défauts

AAV-4 : identifier un traitement en comparant une image et le résultat de sa transformation

AAV-5 : choisir un traitement pertinent pour modifier les caractéristiques visuelles ou réduire les défauts d'une image

Acquis d'apprentissage visés

AAV-1 : comprendre un traitement décrit sous forme mathématique ou algorithmique et passer d'une forme à l'autre

AAV-2 : implémenter et mettre en œuvre un traitement (utilisation d'outils ou de bibliothèques, codage de traitements en C)

AAV-3 : identifier les caractéristiques visuelles d'une image et/ou ses défauts

AAV-4 : identifier un traitement en comparant une image et le résultat de sa transformation

AAV-5 : choisir un traitement pertinent pour modifier les caractéristiques visuelles ou réduire les défauts d'une image

Modalités d'évaluation des acquis : CCI

Activité d'évaluation	AAV	Durée	Coeff.	Modalité	Description
présentation d'un article de recherche	1	3 sem.	25%	binôme	présentation intermédiaire et rédaction d'une note de lecture
codage de traitements	2	3 trav. sur 2 à 3 sem. chacun	35%	binôme	écriture de programmes courts ou extraits de programmes en langage C, implémentant un traitement ou utilisant une bibliothèque
exercices notés	3, 4 et 5	variable	40%	seul	3 QCM ou devoirs courts (15 à 30 minutes) en séance et 1 devoir de synthèse (2h) comptant pour 20% de la note globale

Modalités d'évaluation des acquis : CCI

Activité d'évaluation	AAV	Durée	Coeff.	Modalité	Description
présentation d'un article de recherche	1	3 sem.	25%	binôme	présentation intermédiaire et rédaction d'une note de lecture
codage de traitements	2	3 trav. sur 2 à 3 sem. chacun	35%	binôme	écriture de programmes courts ou extraits de programmes en langage C, implémentant un traitement ou utilisant une bibliothèque
exercices notés	3, 4 et 5	variable	40%	seul	3 QCM ou devoirs courts (15 à 30 minutes) en séance et 1 devoir de synthèse (2h) comptant pour 20% de la note globale

Modalités d'évaluation des acquis : CCI

Activité d'évaluation	AAV	Durée	Coeff.	Modalité	Description
présentation d'un article de recherche	1	3 sem.	25%	binôme	présentation intermédiaire et rédaction d'une note de lecture
codage de traitements	2	3 trav. sur 2 à 3 sem. chacun	35%	binôme	écriture de programmes courts ou extraits de programmes en langage C, implémentant un traitement ou utilisant une bibliothèque
exercices notés	3, 4 et 5	variable	40%	seul	3 QCM ou devoirs courts (15 à 30 minutes) en séance et 1 devoir de synthèse (2h) comptant pour 20% de la note globale

Plan du cours

- **Partie A : Fondements (le cadre théorique)**
 - ▶ *Formation et représentation spatiale des images 2D*
 - ▶ *Couleur : formation et perception – modélisation et représentation*
 - ▶ *Représentation fréquentielle des images 2D*
 - ▶ *Discretisation et reconstruction d'une image continue*
- **Partie B : Les transformations d'image (la boîte à outils)**
 - ▶ *Principes généraux*
 - ▶ *Transformations ponctuelles*
 - ▶ *Convolutions discrètes*
 - ▶ *Transformations morphologiques*
 - ▶ *Filtrage fréquentiel*
 - ▶ *Détection de contours*
 - ▶ *Transformations géométriques et déformations*
- **Partie C : Applications (les méthodes)**
 - ▶ *Quantification monochrome et couleur*
 - ▶ *Traitements de la clarté et du contraste*
 - ▶ *Traitements chromatiques*
 - ▶ *Atténuation et accentuation de détails*
 - ▶ *Traitements basés sur la perception*
 - ▶ *Correction des variations d'éclairage*
 - ▶ *Débruitage et filtrage inverse*

Déroulement de l'enseignement de traitement d'image

— semestre de printemps / 2023 —

Sem.	Cours (2h / sem.)	Activités (2h / sem.)	Travaux à rendre
1 <i>11/01</i>	A0 – Présentation de l'enseignement – Paradigme des quatre mondes A1 – Formation et représentation spatiale des images 2D	ACT-01 Écriture de programmes utilisant la bibliothèque LGPL libimago : création, lecture, modification, écriture d'images de différents formats	programmes à rendre / représ. spatiale / (2 semaines)
2 <i>18/01</i>	A2 – Formation des couleurs A3 – Modélisation et représentation des couleurs		
3 <i>25/01</i>	A4 – Représentation fréquentielle 2D	ACT-02 Couleurs : DSE, représentation CIE, modèles de couleur <i>(préparation QCM)</i>	
4 <i>01/02</i>	A5 – Discrétisation et reconstruction d'une image continue	QCM — couleur 20mn	programmes à rendre / fftw / (3 semaines)
5 <i>08/02</i>	B1 – Transformations : définitions générales – Transformations ponctuelles B2 – Traitements fréquentiels	ACT-03 Mise en œuvre de traitements fréquentiels au moyen de la bibliothèque FFTW	
6 <i>22/02</i>	B3 – Transformations morphologiques	ACT-04 Mise en œuvre de traitements morphologiques <i>(préparation exercice noté)</i>	

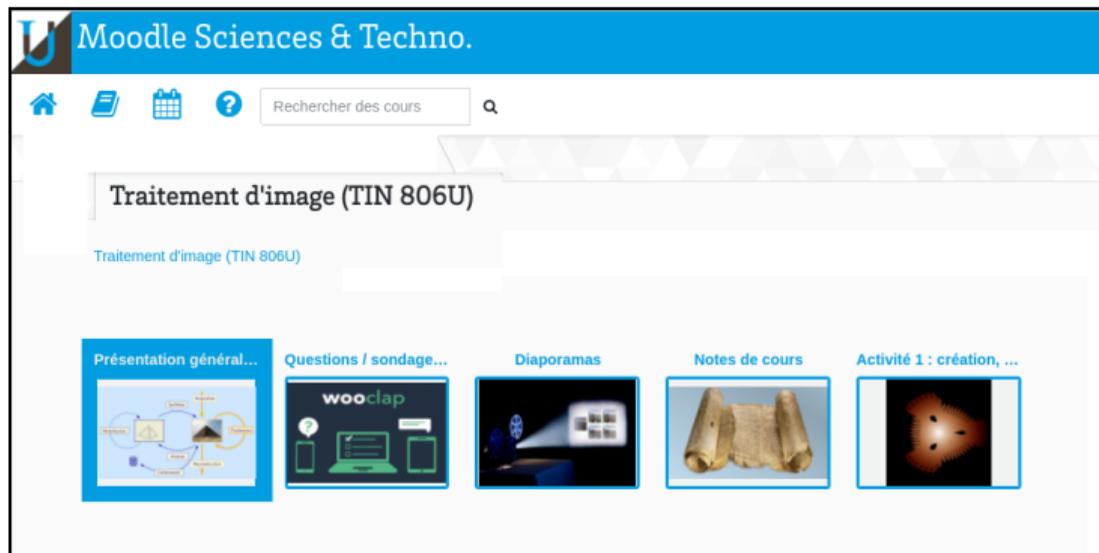
7 01/03	B4 – Convolutions discrètes B5 – Détection de contours	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Exercice noté — morpho math 30mn</div> ACT-05 Mise en œuvre de traitements à partir de caractéristiques statistiques	programmes à rendre / traitements stat. / (3 semaines)
8 08/03	B6 – Transformation géométriques et déformations C1 – Quantification d'image		
9 15/03	C2 – Traitements de la clarté et du contraste	ACT-06 Détection de contours (préparation exercice noté)	
10 22/03	C3 – Traitements chromatiques C4 – Atténuation et accentuation de détails		Distribution articles à lire note de lecture à rendre (4 semaines)
11 29/03	C5 – Traitements basé sur la perception C6 – Correction des variations d'éclairage	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Exercice noté — contours 30mn</div> ACT-07 Caractérisation et mise en œuvre de traitements	
12 05/04	C7 – Débruitage (1) : bruit périodique C8 – Débruitage (2) : bruit aléatoire C9 – Filtrage inverse (déconvolution)	ACT-08 Présentation rapide par chaque binôme de l'article (vérification qu'il n'y a pas de difficultés). + Caractérisation et mise en œuvre de traitements (suite)	

sem. 17 ou 18
devoir de synthèse

2h (...)

Organisation des activités

- ▶ ressources disponibles depuis Moodle
(liens vers `dept-info.labri.u-bordeaux.fr/~achille/ti`)
- ▶ remise des travaux notés sur Moodle
- ▶ interactions avec Wooclap
- ▶ URL privée pour informations personnelles



The screenshot shows the Moodle interface for the course 'Traitement d'image (TIN 806U)'. The header is blue with the Moodle logo and the text 'Moodle Sciences & Techno.'. Below the header is a navigation bar with icons for home, documents, calendar, and help, along with a search box labeled 'Rechercher des cours'. The main content area displays the course title 'Traitement d'image (TIN 806U)' and a list of activities:

- Présentation général...
- Questions / sondage... (Wooclap icon)
- Diaporamas
- Notes de cours
- Activité 1 : création, ...

Ressources

The image displays four overlapping browser windows showing directory listings for a website. The windows are arranged as follows:

- Top-left window:** Index of /~achille/ti. Shows a table with columns: Name, Last modified, Size, Description. The table lists: Parent Directory, Activites/ (2022-08-30 15:20), Diaporamas/ (2023-01-06 15:31), Notes-de-cours/ (2023-01-06 15:28), and Organisation-de-l-enseignement/ (2022-08-31 12:11).
- Top-right window:** Index of /~achille/ti/Organisation-de-l-enseignement. Shows a table with columns: Name, Last modified, Size. The table lists: Parent Directory, ti-2023_contenu.pdf (2022-09-08 16:53 40K), ti-2023_deroulement.pdf (2022-09-08 18:37 27K), and ti-2023_objectifs_aav_modalites-evaluation.pdf (2022-08-31 12:10 29K).
- Bottom-left window:** Index of /~achille/ti/Diaporamas. Shows a table with columns: Name, Last modified, Size, Description. The table lists: Parent Directory, ti_A00.pdf (2023-01-06 15:19 144K), ti_A01.pdf (2023-01-06 15:19 21M), and ti_Intro.pdf (2023-01-06 15:18 5.4M).
- Bottom-right window:** Index of /~achille/ti/Notes-de-cours. Shows a table with columns: Name, Last modified, Size, Description. The table lists: Parent Directory, ti_A00_n.pdf (2023-01-06 15:24 77K), ti_A01_n.pdf (2023-01-06 15:24 3.7M), and ti_Intro_n.pdf (2023-01-06 15:24 970K).

○ Supports du cours : logiciels à installer

1. **The Gimp** V2.10.32 (2022-06-12) : *The Gnu Image Manipulation Program* (25 ans)
www.gimp.org – GPL [S. Kimball and P. Mattis]
 2. **FFTW** V3.3.10 (2021-09-15) : *Fastest Fourier Transform in the West*
www.fftw.org – GPL [M. Frigo and S.G. Johnson.]
 3. **LIBIMAGO** V2.2 (2019-12-31) : simple C library for reading and writing images –
LGPL [John Tsiombikas] — `git clone https://github.com/jtsiomb/libimago`
-

○ Logiciels utiles

4. **NetPbm** V11.01.00 (2022-12-24) : *graphics tools and converters*
+ de 300 programmes et de 100 formats
netpbm.sourceforge.net/ – GPL [J. Poskanzer – B. Henderson]
 5. **ImageMagick** V7.1.0-57. (2022-12-30)
<http://www.imagemagick.org/> Licence compatible GPL. [J. Christy]
-

6. **OpenCV** V4.7.0 (2022-12-29) — C++ API - computer vision library
opencv.org – license BSD [Intel Research]

Distributions « vivantes », multiplateformes, avec sources/documentation

○ Supports du cours : logiciels à installer

1. **The Gimp** V2.10.32 (2022-06-12) : *The Gnu Image Manipulation Program* (25 ans)
www.gimp.org – GPL [S. Kimball and P. Mattis]
 2. **FFTW** V3.3.10 (2021-09-15) : *Fastest Fourier Transform in the West*
www.fftw.org – GPL [M. Frigo and S.G. Johnson.]
 3. **LIBIMAGO** V2.2 (2019-12-31) : simple C library for reading and writing images –
LGPL [John Tsiombikas] — `git clone https://github.com/jtsiomb/libimago`
-

○ Logiciels utiles

4. **NetPbm** V11.01.00 (2022-12-24) : *graphics tools and converters*
+ de 300 programmes et de 100 formats
netpbm.sourceforge.net/ – GPL [J. Poskanzer – B. Henderson]
 5. **ImageMagick** V7.1.0-57. (2022-12-30)
<http://www.imagemagick.org/> Licence compatible GPL. [J. Christy]
-

6. **OpenCV** V4.7.0 (2022-12-29) — C++ API - computer vision library
opencv.org – license BSD [Intel Research]

Distributions « vivantes », multiplateformes, avec sources/documentation

○ Supports du cours : logiciels à installer

1. **The Gimp** V2.10.32 (2022-06-12) : *The Gnu Image Manipulation Program* (25 ans)
www.gimp.org – GPL [S. Kimball and P. Mattis]
 2. **FFTW** V3.3.10 (2021-09-15) : *Fastest Fourier Transform in the West*
www.fftw.org – GPL [M. Frigo and S.G. Johnson.]
 3. **LIBIMAGO** V2.2 (2019-12-31) : simple C library for reading and writing images –
LGPL [John Tsiombikas] — `git clone https://github.com/jtsiomb/libimago`
-

○ Logiciels utiles

4. **NetPbm** V11.01.00 (2022-12-24) : *graphics tools and converters*
+ de 300 programmes et de 100 formats
netpbm.sourceforge.net/ – GPL [J. Poskanzer – B. Henderson]
 5. **ImageMagick** V7.1.0-57. (2022-12-30)
<http://www.imagemagick.org/> Licence compatible GPL. [J. Christy]
-

6. **OpenCV** V4.7.0 (2022-12-29) — C++ API - computer vision library
opencv.org – license BSD [Intel Research]

Distributions « vivantes », multiplateformes, avec sources/documentation

Références

○ Principaux ouvrages utilisés pour construire l'enseignement

- ▶ [1] R.C. Gonzalez and P. Woods, *Digital Image Processing, Fourth edition*. Prentice-Hall, 2018.
- ▶ [2] P. Soile, *Morphological Image Analysis - principles and application, Second edition*, Springer, 2003.
- ▶ [3] J.-P. Cocquerez et S.Philips, *Analyse d'images : filtrage et segmentation*, Masson, 1995. hal.archives-ouvertes.fr/hal-00706168/document
- ▶ [4] J.C. Russ, *The Image Processing Handbook, Seventh edition*. CRC Press 2017.

○ Autres repères bibliographiques

1. A. Glassner. *Principles of Digital Image Synthesis*. Morgan-Kaufmann Publishers, 1995. vol. 1 (et 2).
2. J. Gomes and L. Velho. *Image Processing for Computer Graphics*. Springer, 1997.
3. G. Wyszecki and W.S. Stiles. *Color Science - concepts and methods*. John Wiley & Sons, 2000. second edition.
4. Ch. Poynton. *Color faq*. www.poynton.com/ColorFAQ.html. Ch. Poynton. *Gamma faq*. www.poynton.com/GammaFAQ.html.
5. R.W. G. Hunt. *The reproduction of colour – 5th ed*. Fountain Press, 1995.
6. J. Hardeberg. *Acquisition and reproduction of color images*. Dissertation.com, 2001. ISBN-1-58112-135-0.

- Quelques ouvrages historiques

Got a feeling '82 is going to be a good year...

1. W. Pratt. *Digital Image Processing*. John Wiley & Sons, 1978, 1991, 2001, 2007.
2. A. Rosenfeld and A. C. Kak. *Digital picture processing*. Academic Press, 1982. second edition.
3. T. Pavlidis. *Algorithms for Graphics and Image Processing*. Computer Science Press, 1982.
4. D. Marr. *Vision*. The MIT Press, 2010. Original edition 1982.
5. J. Serra. *Image Analysis and Mathematical Morphology*. Academic Press, 1982.