

Evolution des processus d'ingénierie (de l'industrie) face aux défis de l'obsolescence



Pr. Lionel ROUCOULES
(lionel.roucoules@ensam.eu)

**CAO, industrialisation, Ingénierie Système,
transformation digitale**

**Ingénierie Système, modélisation de données, agilité
digitale et organisationnelle**



Sommaire de l'intervention

Le(s) constat(s), un monde qui bougent « de plus en plus vite »

Une analyse de l'évolution des processus d'ingénierie et des technologies digitales

Quel vis-à-vis avec les concepts « d'obsolescence »

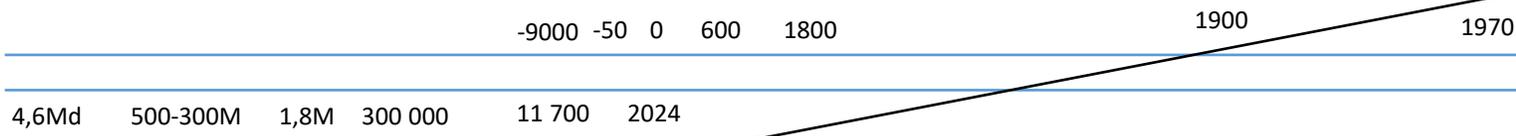
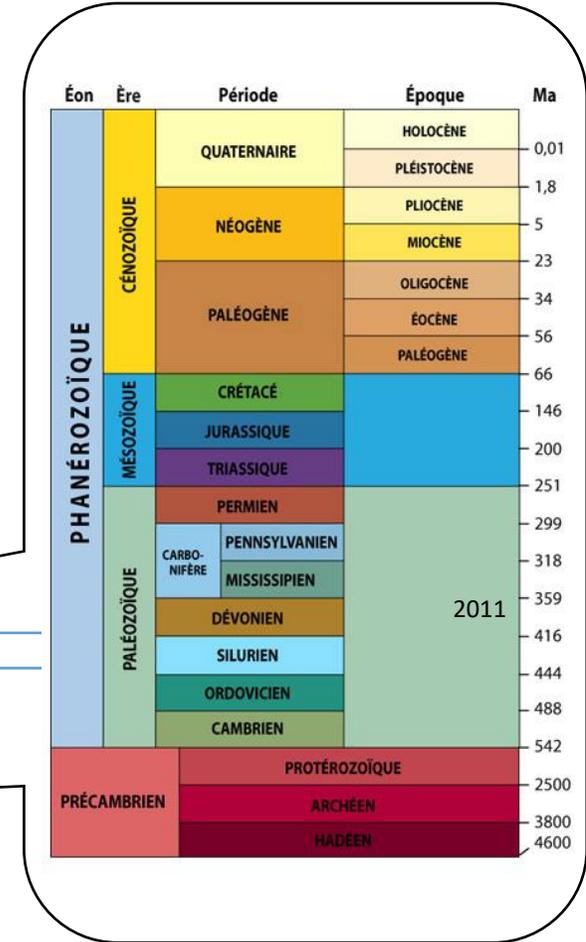
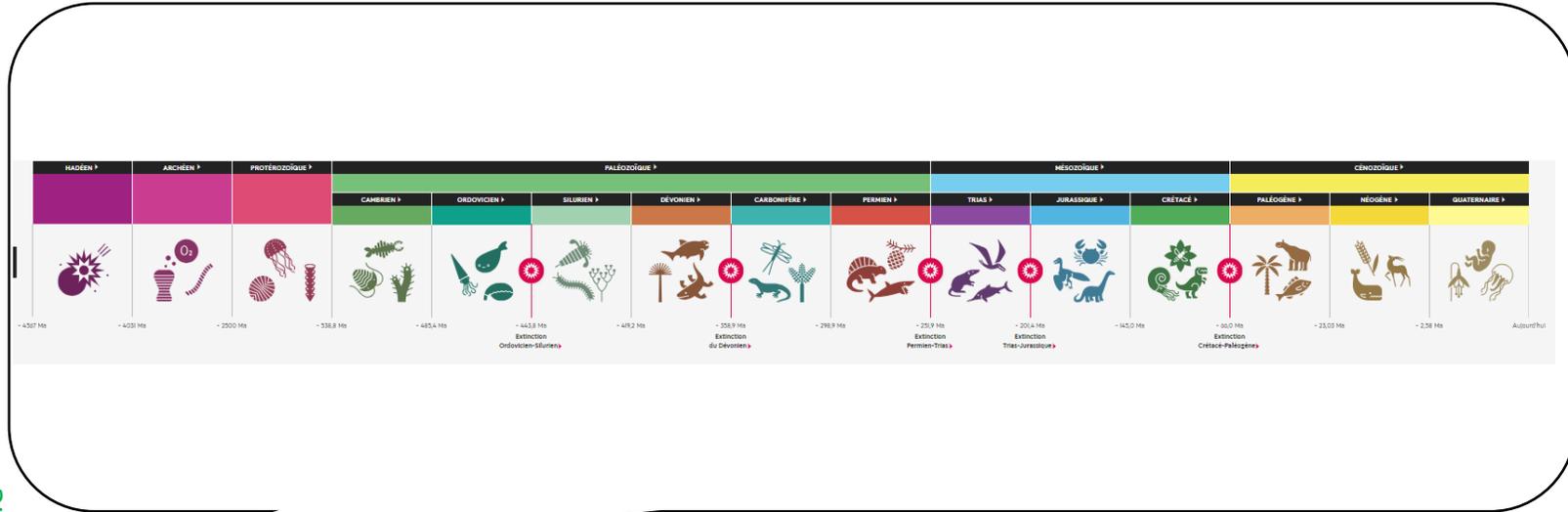
**Constat : un monde
(industriel) face à des
évolutions de plus en plus
fréquentes**

Evolution de trois systèmes

Vue Nature et Homme



Vue géologique



année
Nbre années

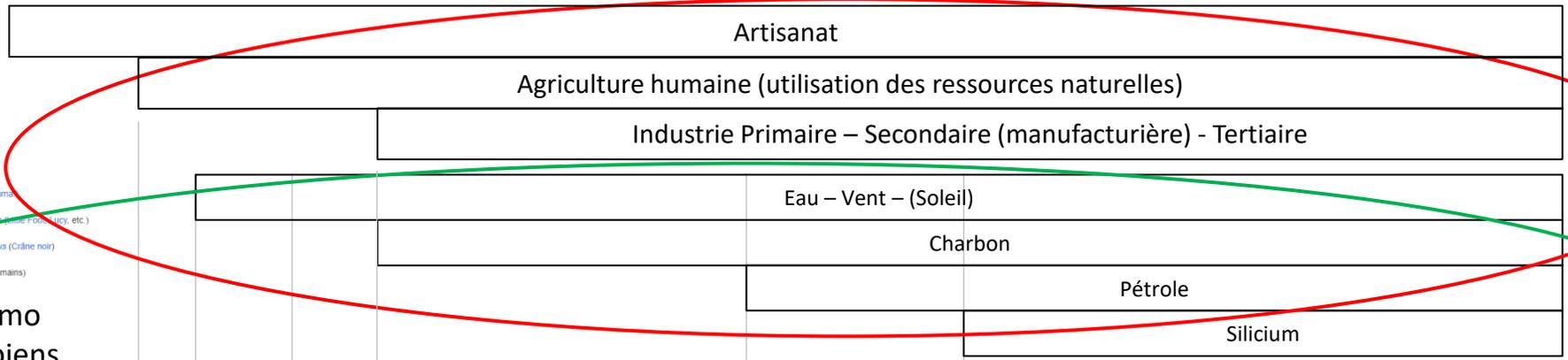
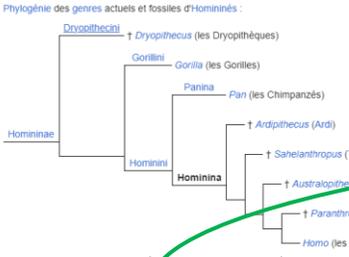
Evolution de trois systèmes en interactions

Vue
Activité humaine
(énergie/travail)

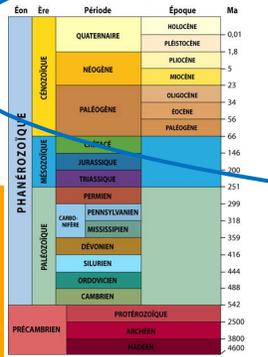
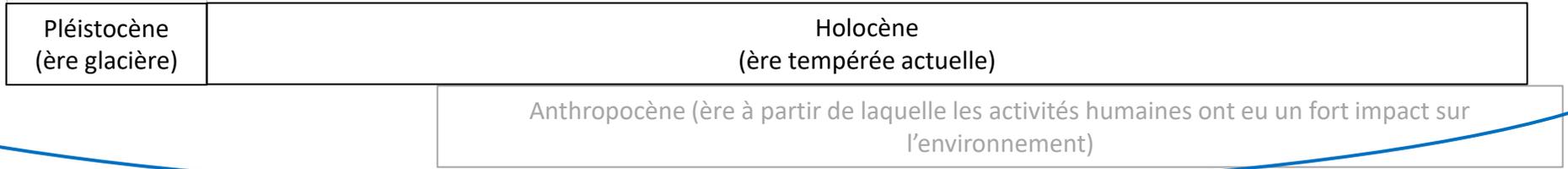
Vue
Nature et
Homme



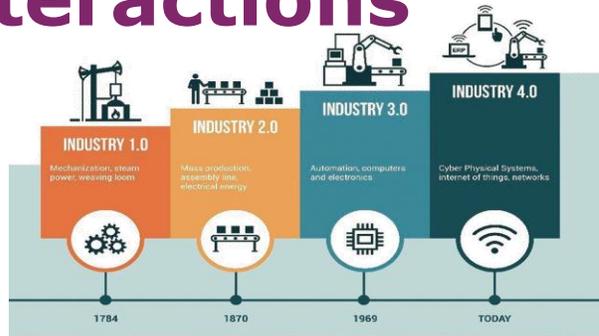
Vue
géologique



Végétaux et animaux
Homo sapiens



Evolution de trois systèmes en interactions



Industrialisation
= **croissance de l'industrie**

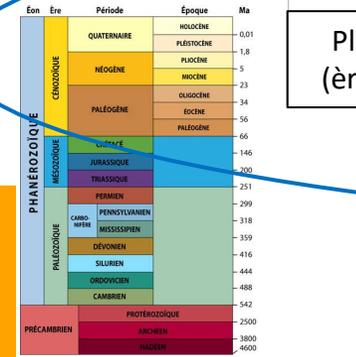
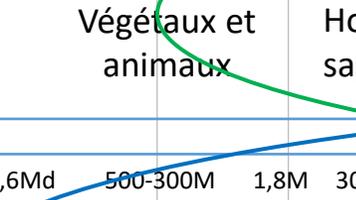
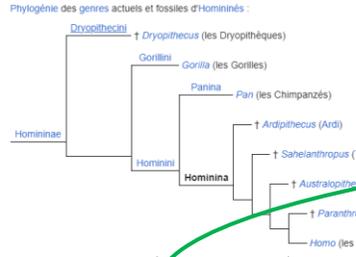
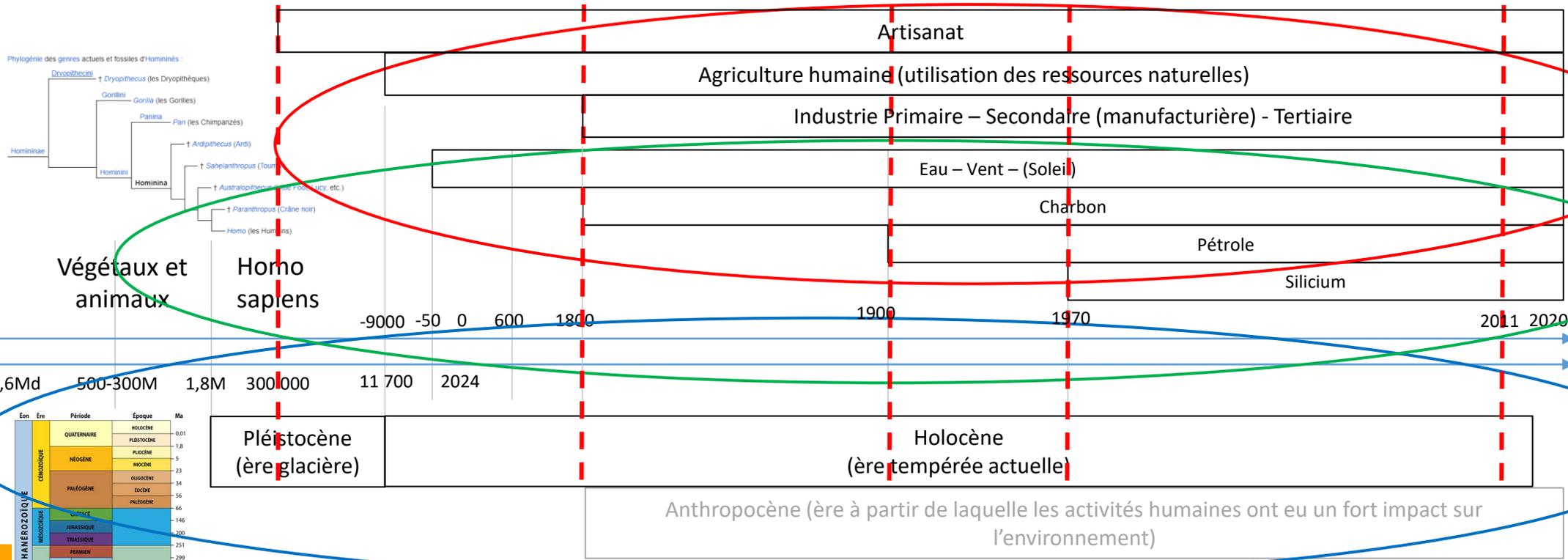
Révolution industrielle

Vue
Activité humaine
(énergie/travail)

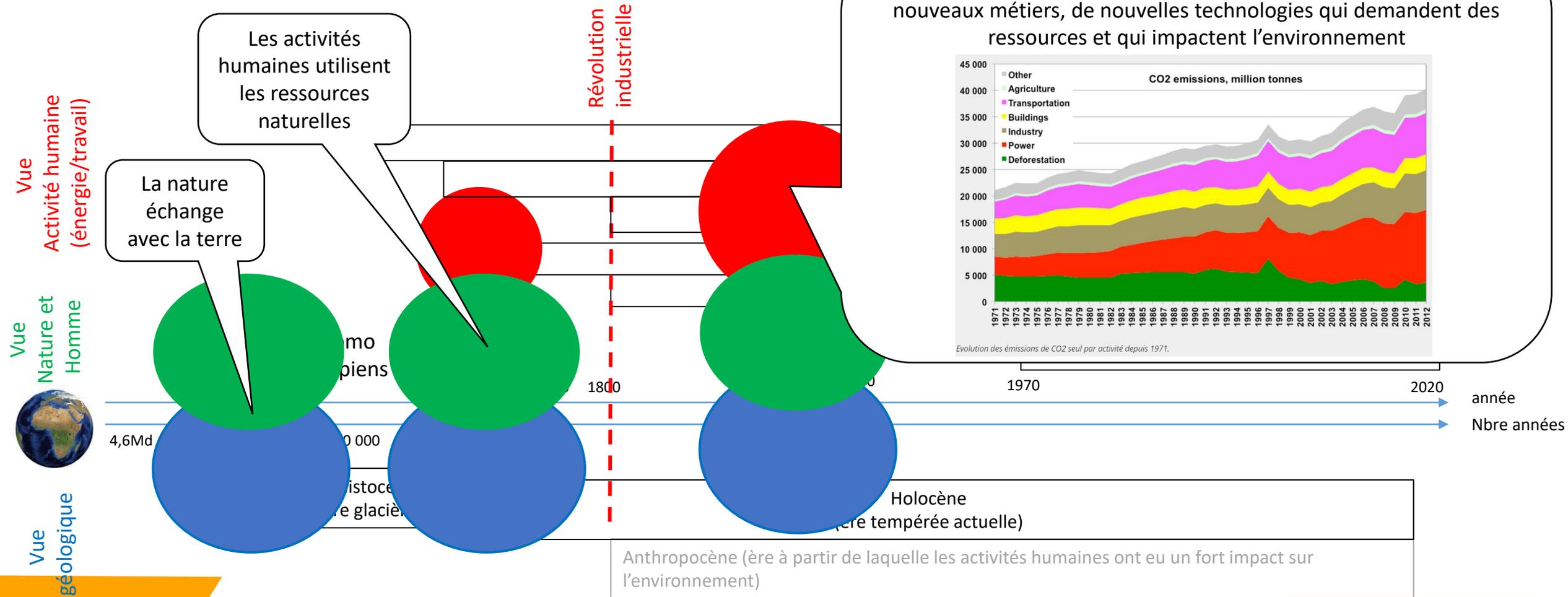
Vue
Nature et
Homme



Vue
géologique



Des interactions (échanges) qui évoluent par des facteurs endogènes



Des facteurs exogènes qui impactent nos trois systèmes

Vue
Activité humaine
(énergie/travail)

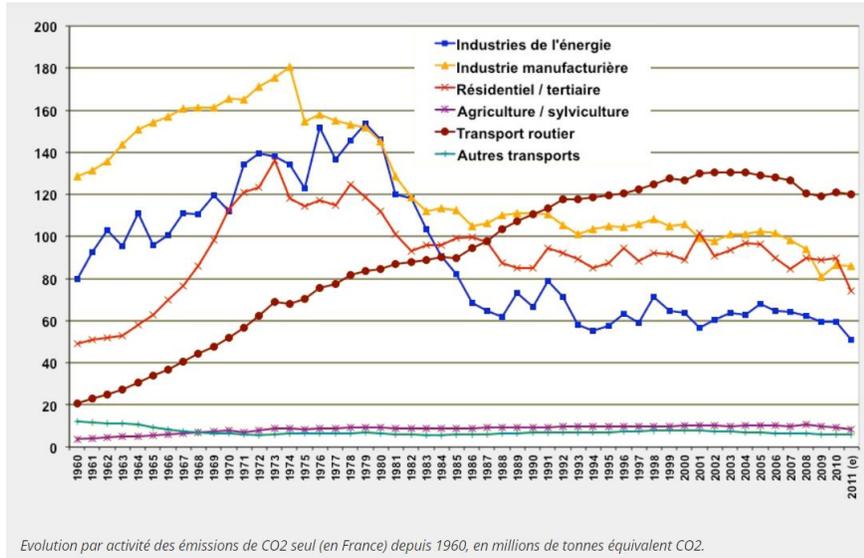
Vue
Nature et
Homme

Vue
géologique

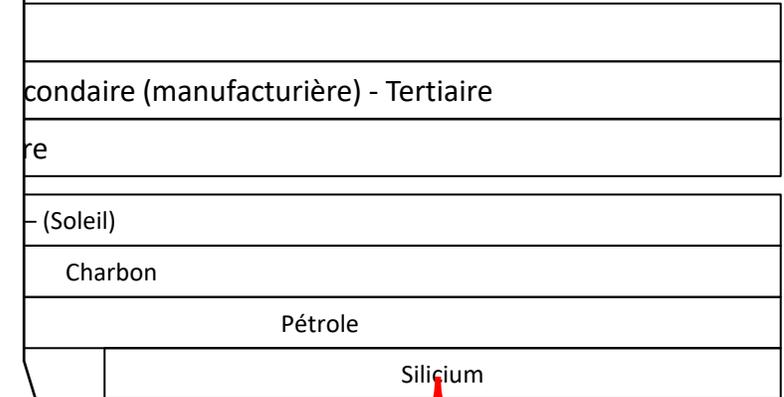


- 1971 : crise économique
- 1973 et 1979 : crise pétrolière
- 2008 : crise économique
- 2020 : crise sanitaire
- 2021-22 : crise énergétique

Géopolitique...
Techno-centrisme...
buzzwords...
génération Z...



Evolution par activité des émissions de CO2 seul (en France) depuis 1960, en millions de tonnes équivalent CO2.



année
Nbre années

Apparition de
« perturbations » de plus en plus fréquentes

Les limites & liens collatéraux qui nécessitent d'autres paradigmes vers la soutenabilité (économie, social, environnement)

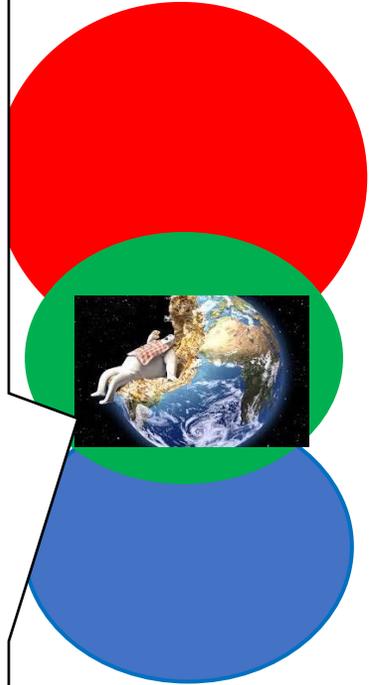
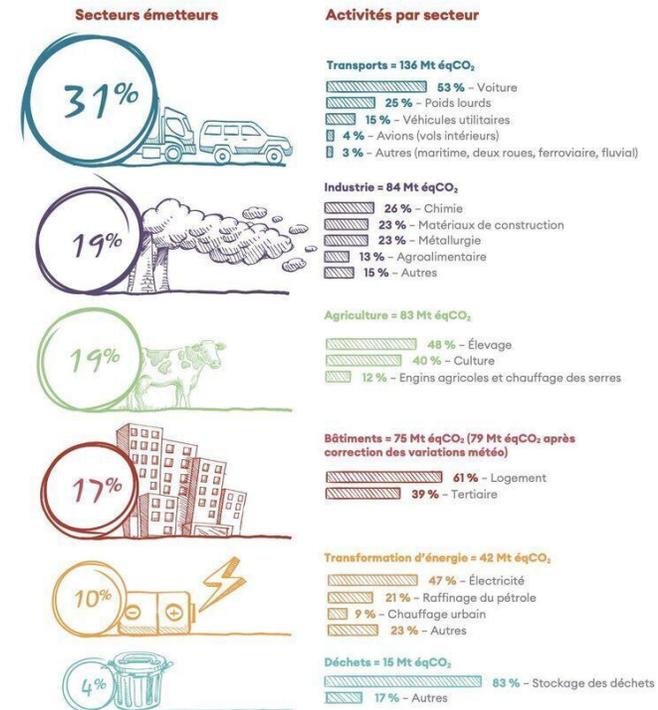
- **Limites planétaires & Minimums sociaux** [Raworth, Kate. 2017. "A Doughnut for the Anthropocene: Humanity's Compass in the 21st Century." [Www.TheLancet.Com/Planetary-Health](http://www.thelancet.com/planetary-health) 1:e48-49. Retrieved ([http://dx.doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30028-1](http://dx.doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30028-1))]
- **Analyse économique, politique des choix et évolutions industriels** [Nicolas Dufourcq, la désindustrialisation de la France 1995-2015, Odile Jacob, 2022]
- **Evolution de la complexité des systèmes industriels, des organisations, des systèmes manufacturés, des : perte de maîtrise...** [Roucoules et al, 2023, Annales du CIRP]

Les trois systèmes forment un système complexe (industrie, société, planète/environnement....) de nombreux liens collatéraux :

- **Emplois industriels / PIB / innovation orga. et techno. / souveraineté / ressources planétaires / changement climatique**

Agilité : répondre rapidement
Souveraineté : diminuer les dépendances
Frugalité : penser usages et soutenabilité

Les activités industrielles/humaines ont grandement impacté la société et la planète



Synthèse n°1 : de nouveaux équilibres (paradigmes) à trouver entre ces trois systèmes en interaction

Les 4 scénarios de l'ADEME pour la neutralité carbone à 20250



Des nécessités (la liste n'est pas exhaustive) :

- Une prise en compte de nouvelles « valeurs » techniques/sociales/environnementales (performances)
- Une capacité d'analyser de nouvelles solutions (innovation)
- Une capacité de prendre de nouvelles décisions « rapidement » (agilité)

Repenser les processus d'ingénierie (et de décision) des systèmes socio-techniques pour un futur soutenable (social, économique, environnemental)



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

CIRP Annals - Manufacturing Technology

journal homepage: <https://www.editorialmanager.com/CIRP/default.aspx>



Coevolution of digitalisation, organisations and Product Development Cycle

Lionel Roucoules (2)^{a,*}, Nabil Anwer (2)^b

^a Arts et Metiers Institute of Technology, HESAM Université, LISPEN, F-13617 Aix-en-Provence, France

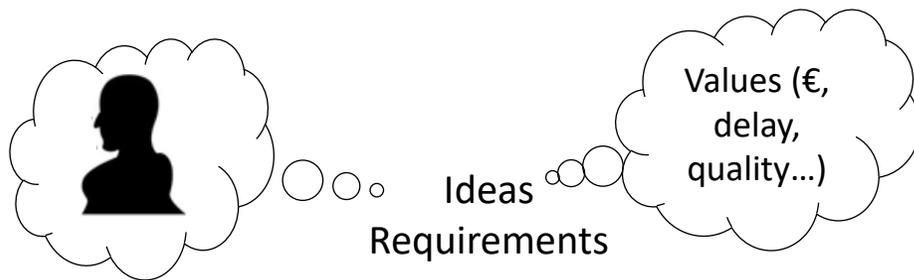
^b Université Paris-Saclay, ENS Paris-Saclay, LURPA, 91190, Gif-sur-Yvette, France



Une analyse spécifique relative aux développements et à l'utilisation des technologies digitales dans l'industrie manufacturière

Une évolution des processus d'ingénierie, des organisations et des technologies digitale et tech. 4.0

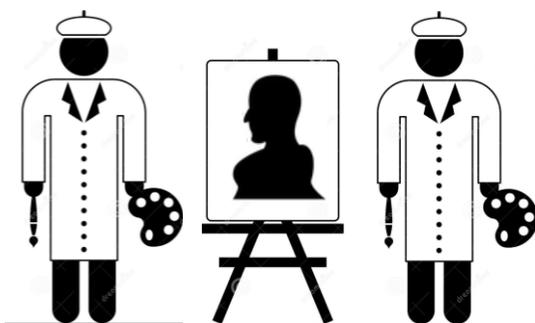
Commons in engineering design (System Engineering age)



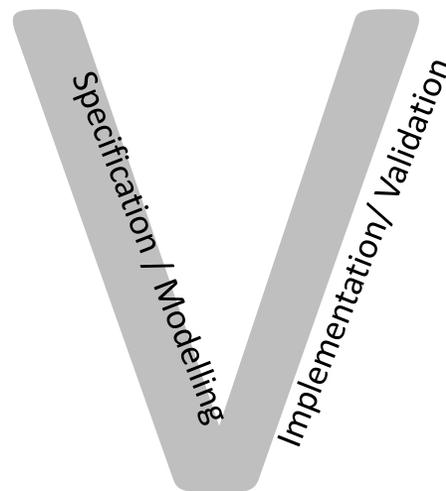
Product System



Airbus Helicopters H160



People (& organisations)



Tools (i.e. enablers) for design & manuf.



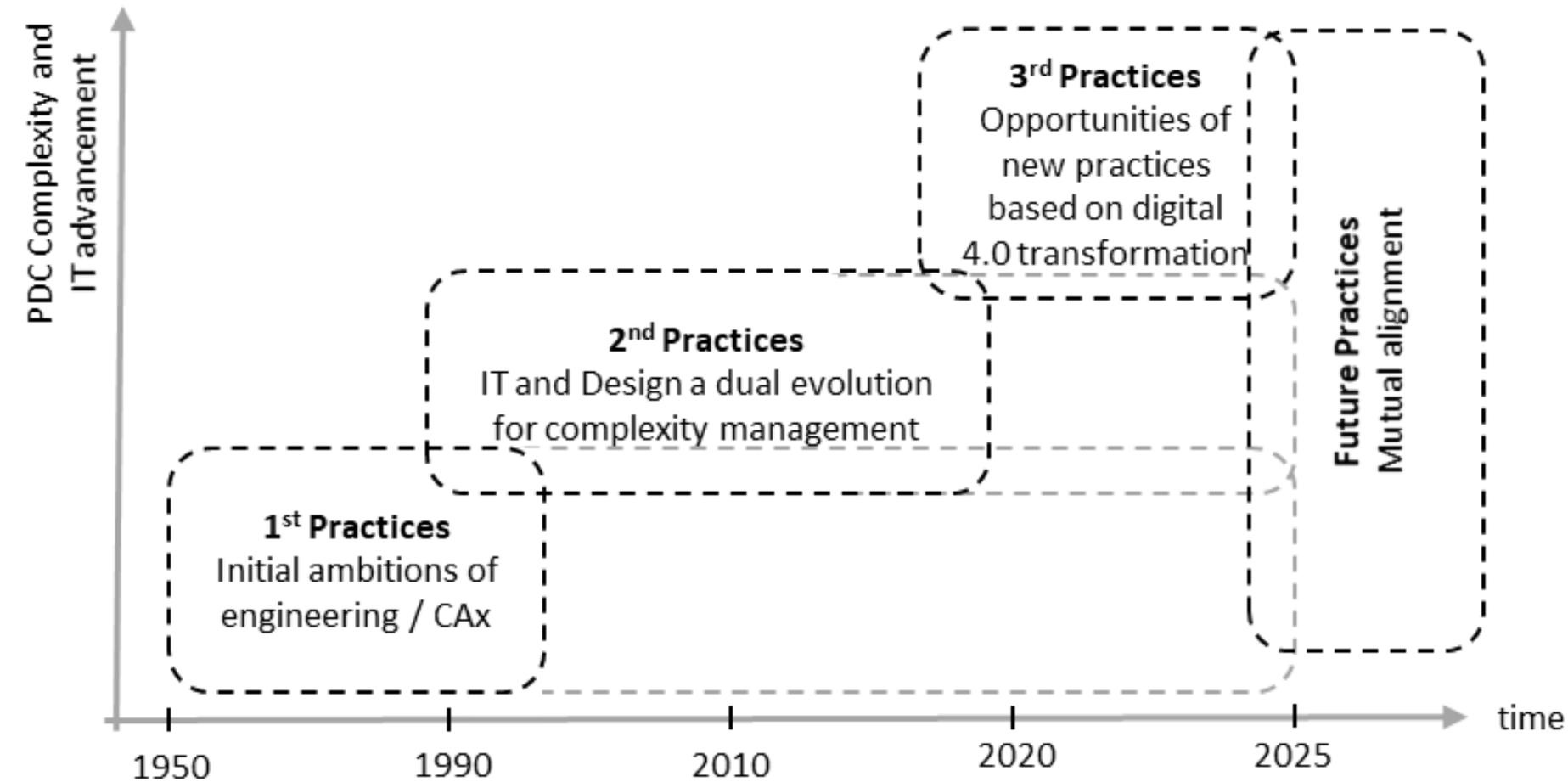
Knowledge

Processes

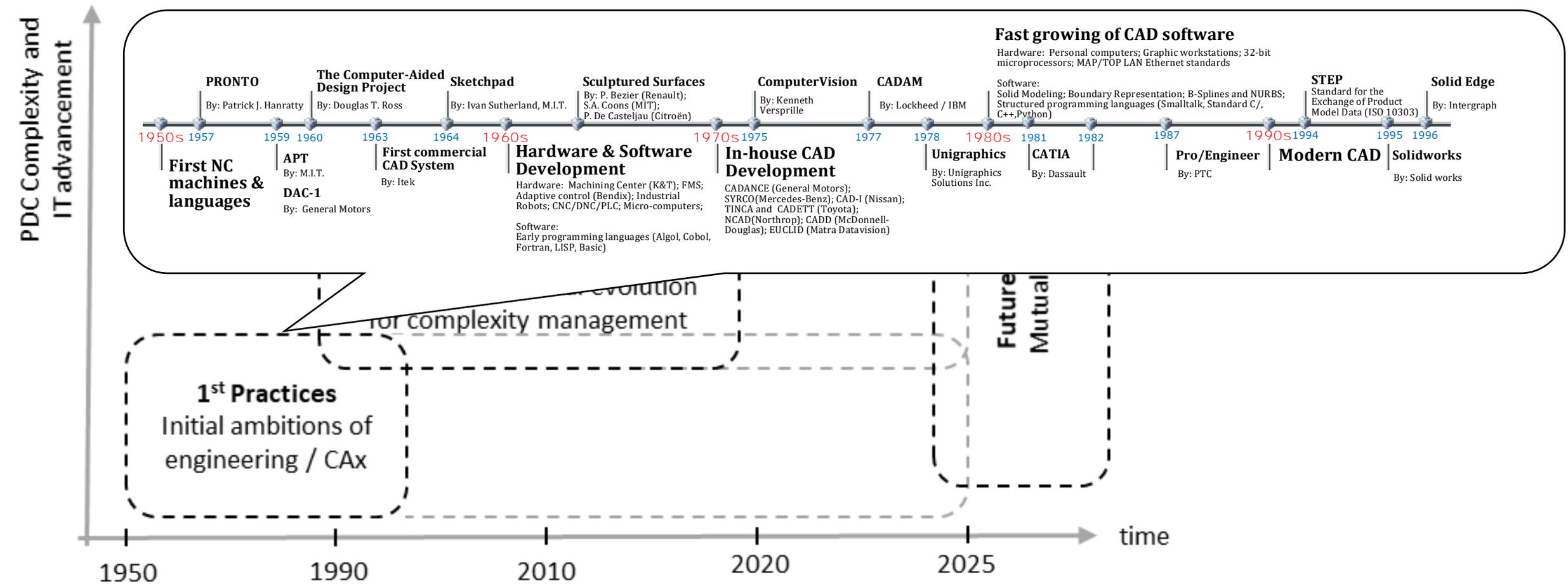
Physical & digital Models

Designers use the right tools & knowledge to obtain the right product the first time

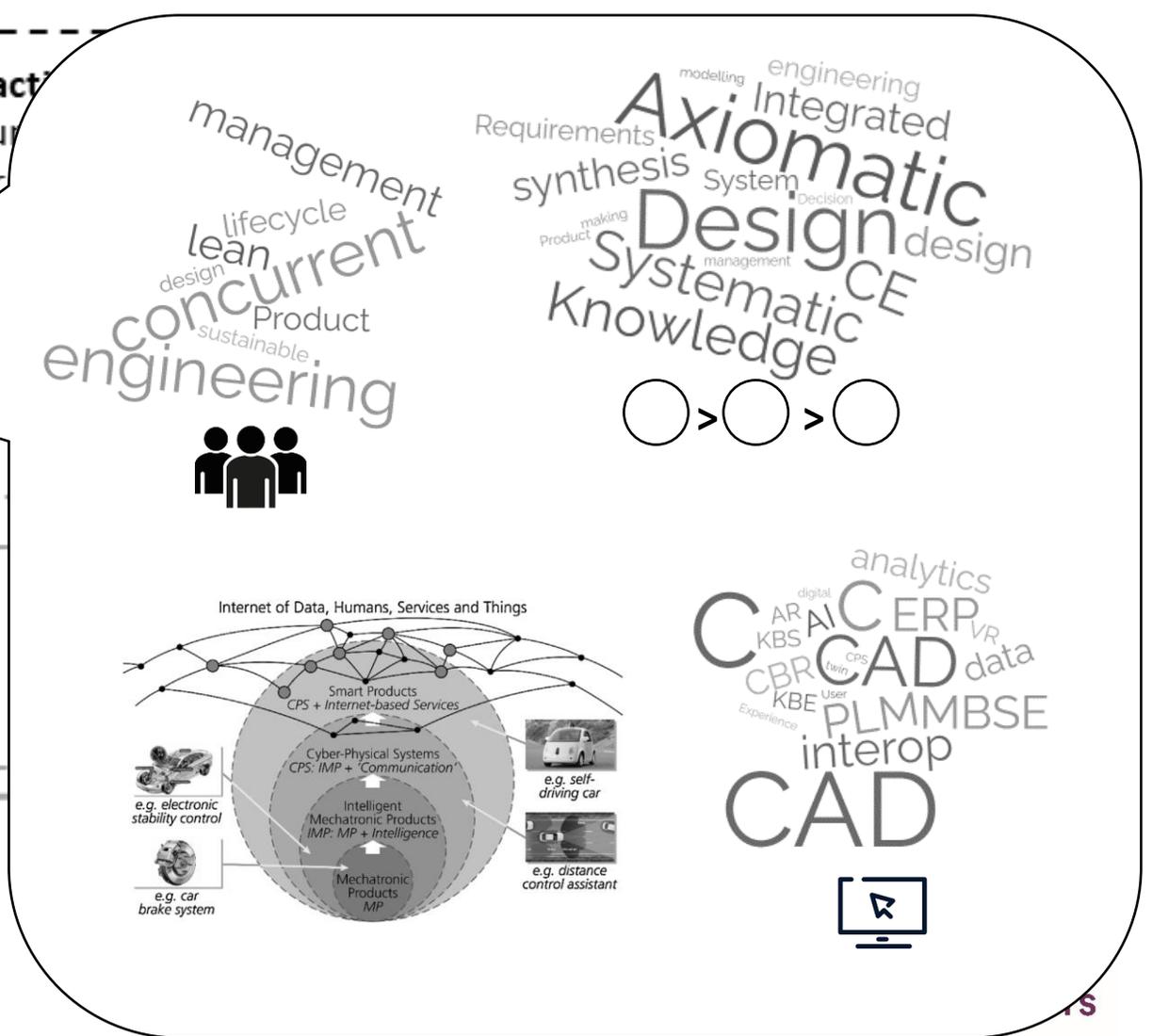
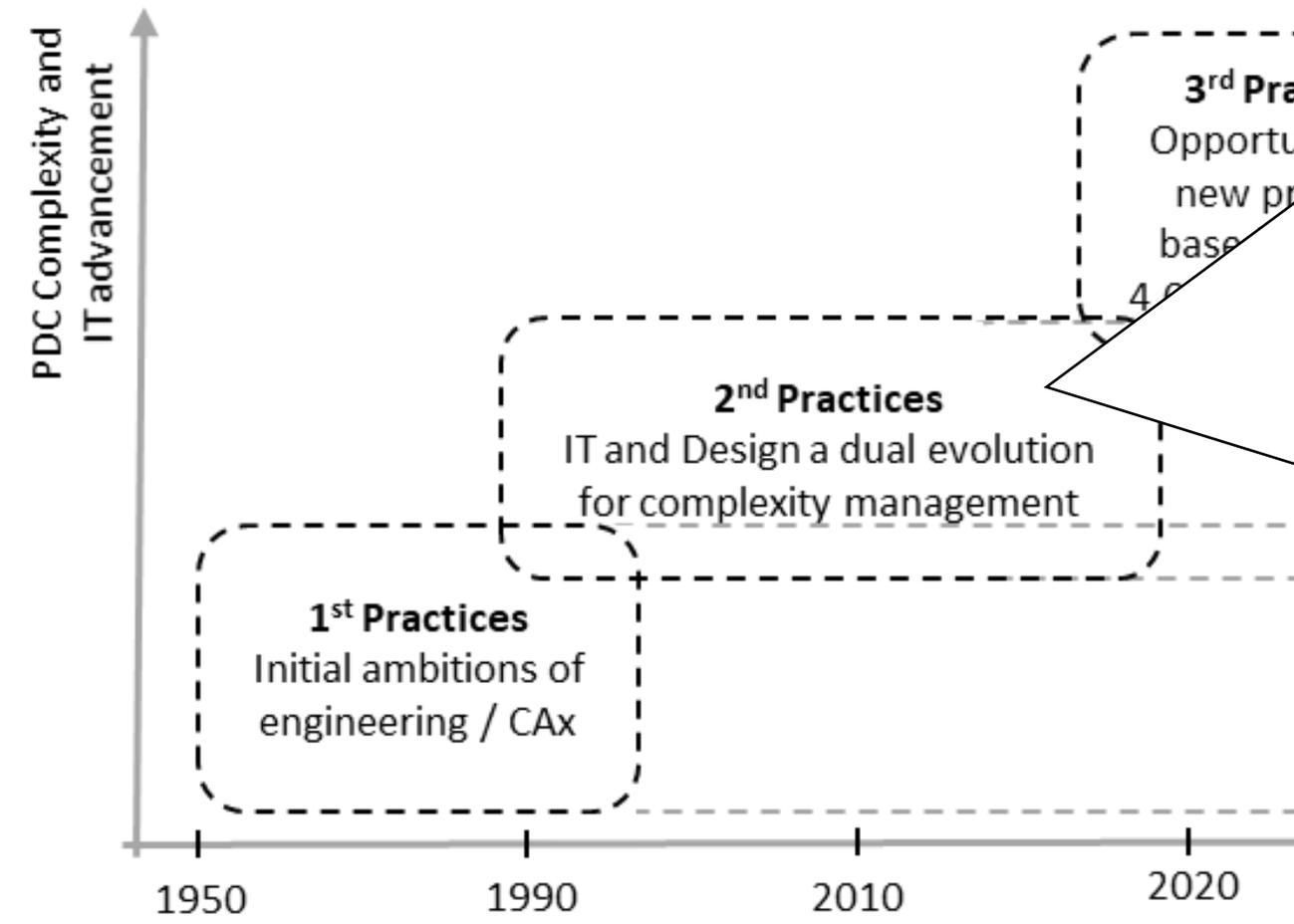
Ages of evolution: three practices toward prospective for engineering design



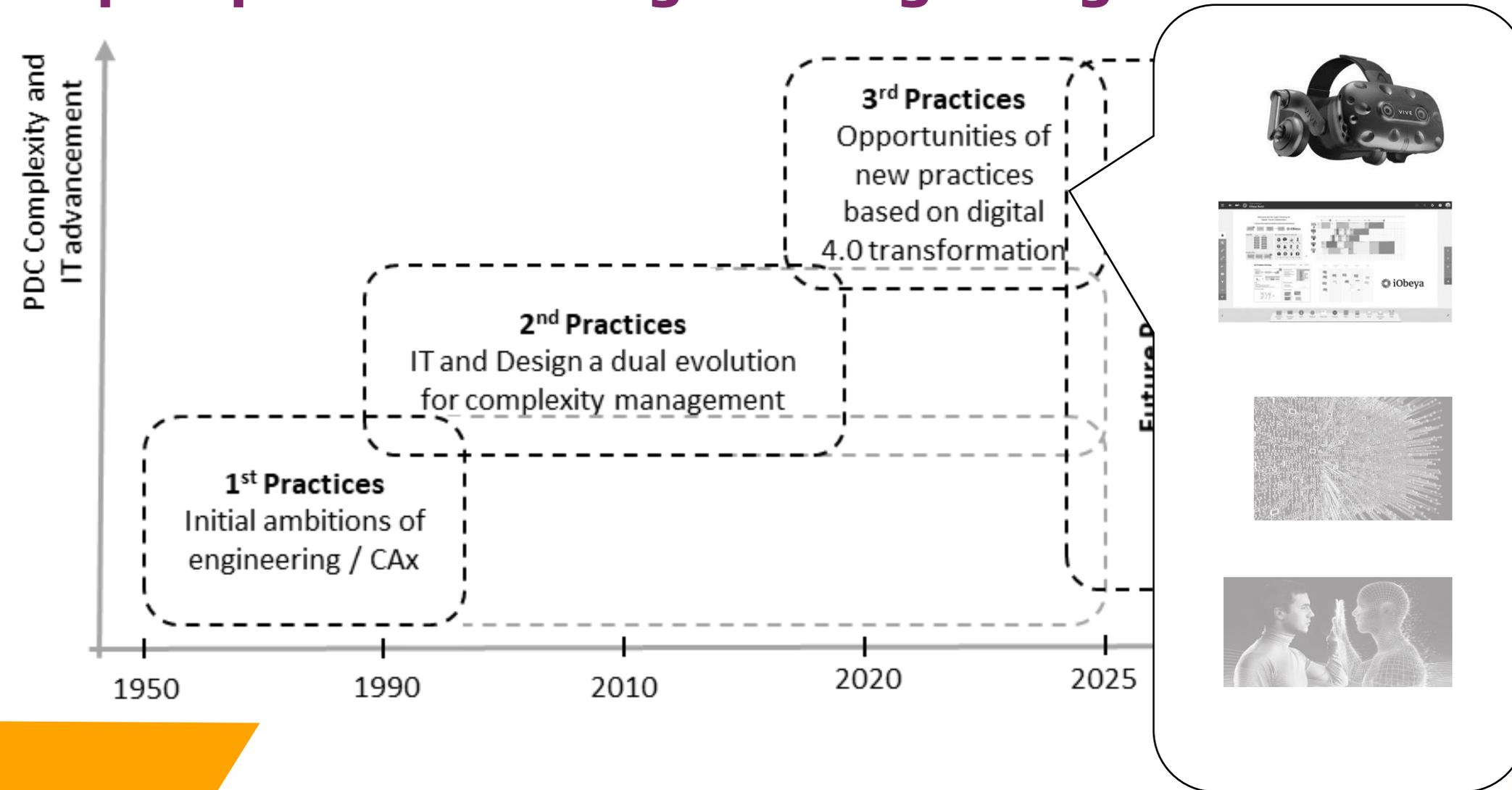
Ages of evolution: three practices toward prospective for engineering design



Ages of evolution: three practices toward prospective for engineering design



Ages of evolution: three practices toward prospective for engineering design



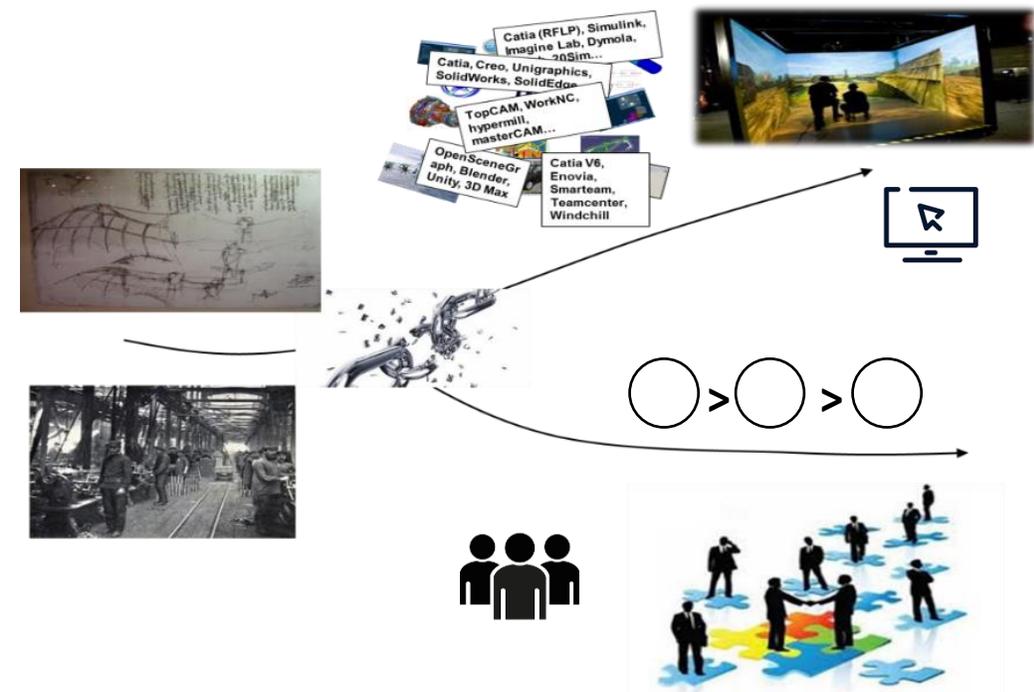
A progressive separation between PDC, organisations and digitalisation evolution

Main issues

- A lack of deployment of PDC & organizational advanced concepts in the industrial environment
- A **prescriptive way of implementing Information Technologies** in industrial environments (techno-pushed implementation).
- A **lack of alignment** between organisational **needs** and the functions provided by software solutions

The influencing factors/drivers in separating the evolution of digital solutions from industrial organizations

- The rapid development of IT (**pulled by computing evolutions**)
- Organizations focused on management and procedures (**do the thing right and not the things right**)
- **An ever changing industrial world** requiring continuities for agility



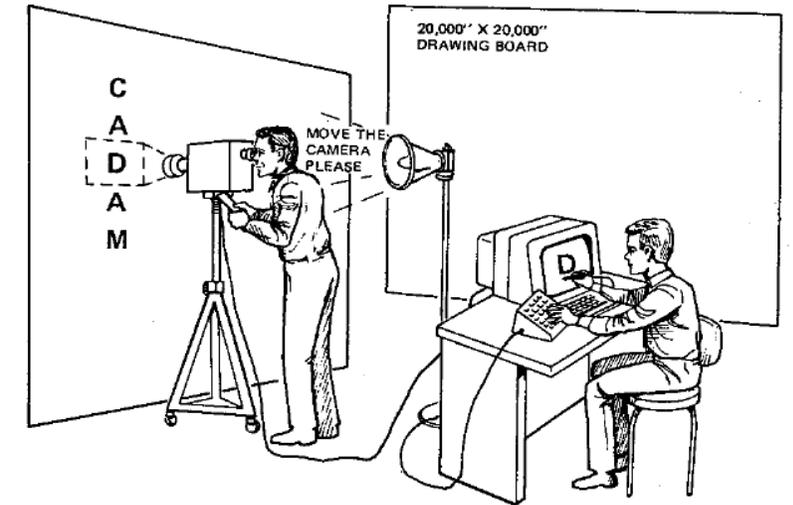
One proposal : 'Acculturation' for a better efficiency of technologies in organisations and PDC

Clearly understand: who is in the lead? Who owns the system?

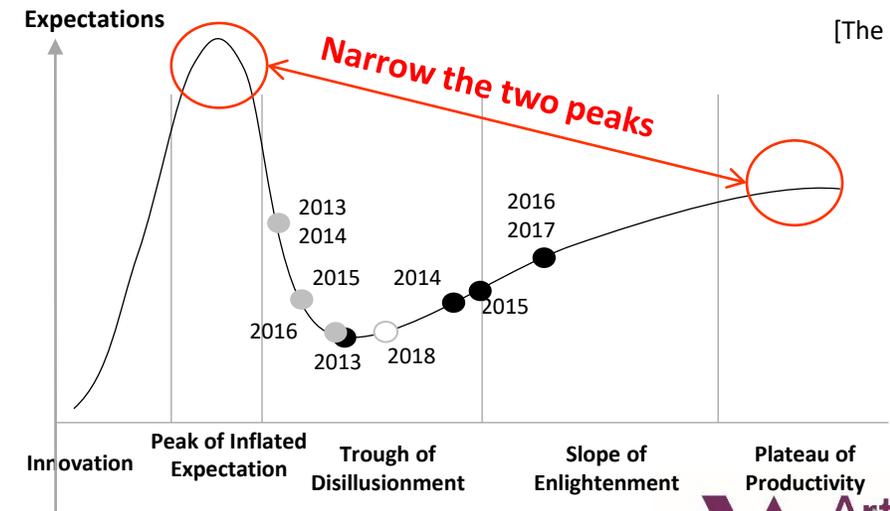
- For more efficiency
- For customised implementation

Acculturation process for the adoption of scientific and technological advances

- Techno less acculturation (functions, interest, potential ROI...)
- Use requirements and technological assessment
- Business implementation



[The machine in me]



Synthèse n°2 : Proposals for engineering design scientific roadmap

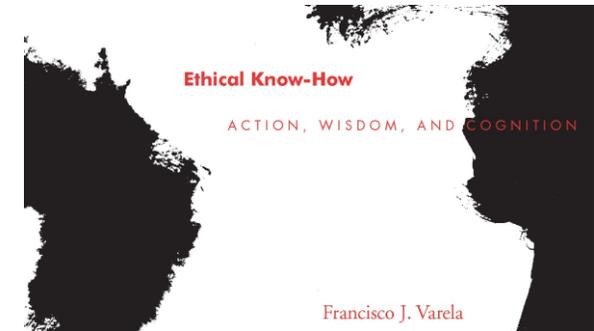
Think Agility and frugality in an ever changing world

- Be resilient face to ever changing world (economy, policies, sanitary situations...)
- How to provide concepts, organisations and digital technology for a frugal future industry (Evolution of industrial values)

Assure Enaction-based decision making

- How to make industrial organisations keep/retrieve human 'intelligence' & knowledge capital
 - Hybridization of human and artificial intelligences
- Know-how and cognition values in industry

Make education/training evolve for a better acculturation and efficiency in developing future technologies



Agilité : répondre rapidement
Souveraineté : diminuer les dépendances
Frugalité : penser usages et soutenabilité

Quel vis-à-vis avec les concepts « d'obsolescence »

—

Obsolescence : les basiques

L'obsolescence est le fait pour un produit ou un service d'être dépassé, et donc de **perdre une partie de sa valeur d'usage**, même s'il est toujours en bon état. Cette obsolescence peut découler de la seule **évolution technique** (on parle alors d'« obsolescence technique) ou de la mode (on utilise alors plutôt le mot « démodé »).

(Ainsi la règle à calcul a été supplantée par la calculatrice électronique en très peu de temps car elle n'était compétitive techniquement ni en vitesse, ni en précision, même à égalité de coût.)

L'obsolescence indirecte est induite par une impossibilité de réparer un produit, alors que l'obsolescence psychologique résulte d'effets de mode ou de la mise sur le marché de **nouveaux produits paraissant plus efficaces** ou séduisants, souvent à l'aide de la publicité.

Les enjeux sont à la fois **socio-économiques et environnementaux**

Pour se prémunir contre ce phénomène, les entreprises peuvent s'appuyer sur la R&D (Recherche et Développement), sur la **veille technologique ou la veille sociétale** pour fabriquer des produits plus solides et réparables, et pour **prévoir**, avec autant d'avance que possible, les changements risquant de remettre en question **la valeur de leur savoir-faire**.

[<https://fr.wikipedia.org/wiki/Obsolescence>]

Ouvrons la discussion (point de vue processus d'ingénierie)

Les typologies répertoriées sont :

- Obsolescence de fonction ;
- Obsolescence de qualité ;
- Obsolescence de présentation ;
- Obsolescence par défaillance ;
- Obsolescence par insatisfaction ;
- Obsolescence par changements de besoins de l'utilisateur ;
- Obsolescence fonctionnelle ;
- Obsolescence psychologique ;
- Obsolescence technologique ;
- Obsolescence économique ;
- Obsolescence absolue ;
- Obsolescence esthétique ;
- Obsolescence sociale ;
- Obsolescence par incompatibilité ;
- Obsolescence indirecte ;
- Obsolescence par notification ;
- Obsolescence par péremption ;
- Obsolescence écologique ;
- Mort programmée ou conception visant à limiter la vie fonctionnelle/technique

Agilité : répondre rapidement
Souveraineté : diminuer les dépendances
Frugalité : penser usages et soutenabilité

Bien penser les usages (utilisateurs et activités) et sortir du techno-pushisme (souvent revenir aux basiques) & frugalité. Ex : lowtech

Innovation (recherche de solutions). Ex : filière de fabrication rapide

Maîtriser les prises de décisions / énonciations / savoir-faire. Ex : stockage pièces/systèmes de rechanges

Agilité face à un monde en pleine évolution. Ex : remplacement des matériaux, ré-emplois...

Des nécessités (la liste n'est pas exhaustive) :

- Une prise en compte de nouvelles « valeurs » techniques/sociales/environnementales (performances)
- Une capacité d'analyser de nouvelles solutions (innovation)
- Une capacité de prendre de nouvelles décisions « rapidement » (agilité)

Obsolescence des savoirs ?

Ouvrons la discussion (point de vue processus d'ingénierie)

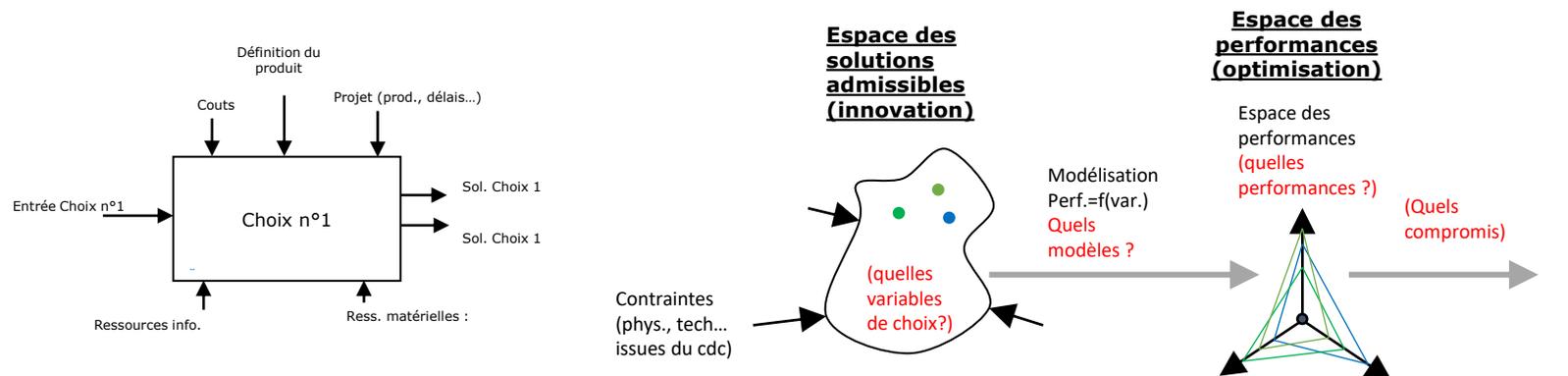
Maîtriser les processus d'ingénierie (des) systèmes socio-techniques (parties prenantes, valeurs, fonctions, solutions, décisions) vers une plus grande efficacité des technologies sur l'ensemble de leur cycle de vie (matériaux, fabrication, usages, recyclages % ressources, énergie, impact env.) pour un futur soutenable (social, économique, environnemental)

=

Accepter, choisir et maîtriser l'obsolescence, son opérationnalisation, ses impacts sociétaux, sociaux, environnementaux, économique, techniques

Travaux en cours

- Modélisation des **processus décisionnels** pour une capitalisation des techno, des données de contexte, des prises de décision
- **Analyse comparatives** des technologies X.0 dans les **usages** (fonctions, impacts ACV...) (RA/RV, IoT...)
- Supervision et analyse des décisions collaboratives
- **Capitalisation des décisions industrielles et des savoir-faire pour la sauvegarde du patrimoine industriel** (montage en cours)
- Chaire industrielle pour l'acculturation via des pratiques de formation du « **couplage Analyse de la Valeur, IS et tech. X.0** » (enaction – learning by doing)



Wait, hope, follow ... or



... be agile and increase
your efficiency



Questions ?

Lionel.roucoules@ensam.eu