

## VOIE TECHNOLOGIQUE

Série STI2D : Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable

2<sup>DE</sup>

1<sup>RE</sup>

T<sup>LE</sup>

*Innovation technologique (IT)*  
*Ingénierie et développement durable (I2D)*

ENSEIGNEMENT  
SPÉCIALITÉ

# MISE EN ŒUVRE DES PROGRAMMES DES ENSEIGNEMENTS DE SPÉCIALITÉ : INNOVATION TECHNOLOGIQUE (IT) INGÉNIERIE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE (I2D)

## Références au programme

BOEN spécial n°1 du 22 janvier 2019

## SOMMAIRE

<i>Les fondamentaux du baccalauréat STI2D conservés et confortés</i>	2
<i>Une nouvelle structure pour les enseignements de STI2D</i>	2
<i>La place des STEM et de l'informatique</i>	3
<i>Construire une progression</i>	4
<i>Construire une séquence</i>	5
<i>Des lieux d'enseignement à adapter</i>	7
Le Fablab	7
La zone d'étude des produits pluritechnologiques	8
La zone d'expérimentation	8
Les usages du numérique	8
<i>Le travail personnel des élèves</i>	9
<i>Les spécificités de la classe de première STI2D</i>	10
Articuler IT et I2D	10
Le projet en enseignement de spécialité IT	10
<i>Annexe : les démarches pédagogiques associées aux activités</i>	11

Retrouvez éduscol sur :



## Les fondamentaux du baccalauréat STI2D conservés et confortés

Il convient, avant tout développement, de procéder à quelques rappels qui permettent d'éclairer la genèse des programmes à mettre en œuvre à la rentrée 2019.

Les programmes de 2011 ont traduit, par leur architecture, leurs contenus et leurs articulations, une double rupture avec les programmes de 1992 :

- la mise en place d'un baccalauréat technologique industriel unique « coloré » par un enseignement choisi parmi quatre champs technologiques dès la classe de première STI2D, dont les contenus se voulaient en phase avec les enjeux de développement durable et technologiques du 21<sup>e</sup> siècle. De ce fait, les contenus avaient été rédigés selon un programme d'enseignement technologique transversal, actant ainsi la déspecialisation du baccalauréat STI2D, autour duquel s'articulent les programmes des quatre enseignements : architecture et construction (AC), innovation technologique et éco-conception (ITEC), énergies et environnement (EE) et systèmes d'information et numérique (SIN) ;
- une déprofessionnalisation assumée, s'inscrivant dans le schéma bac -3/bac +3 pour une orientation progressive, conduisant à un décroisement des poursuites d'études. La série STI2D vise à permettre l'accès à la diversité des formations scientifiques de l'enseignement supérieur, classes préparatoires aux grandes écoles, universités, écoles d'ingénieur en 5 ans, instituts universitaires de technologie et sections de technicien supérieur avec pour objectif la poursuite d'études jusqu'aux qualifications d'ingénieur. Cette déprofessionnalisation s'est également traduite par des espaces de formation rénovés, au sein desquels des matériels didactiques, issus de l'environnement quotidien des élèves, ont trouvé place.

Les programmes de 2019 s'inscrivent dans la continuité des orientations prises en 2011, tout en s'adaptant à une organisation des enseignements fondée sur des enseignements communs et des enseignements de spécialité.

## Une nouvelle structure pour les enseignements de STI2D

La réforme de 2019 propose une organisation de la voie technologique STI2D analogue à celle de la voie générale, conduisant un élève à suivre trois enseignements de spécialité (sans choix possible) en classe de première : IT + I2D + physique-chimie et mathématiques, puis deux en classe de terminale : ingénierie, innovation et développement durable (2I2D) + physique-chimie et mathématiques.

Ainsi, dans cette nouvelle structure, le choix d'un enseignement spécifique AC, ITEC, EE ou SIN se fait à l'entrée de la classe de terminale, confortant une classe de première unique.



Retrouvez éduscol sur :



Les contenus des enseignements de spécialité IT, I2D et 2I2D, proposés selon une unicité rédactionnelle, reposent sur une structure identique à celle de 2011, à savoir :

- des compétences détaillées à faire acquérir en lien avec les objectifs de formation ;
- des connaissances associées, en lien avec les compétences détaillées, délimitées par un niveau taxonomique à atteindre.

## *La place des STEM et de l'informatique*

L'enseignement en STI2D doit s'organiser selon la logique pluridisciplinaire « science, technologie, ingénierie et mathématiques (STEM) » qui intègre les quatre disciplines dans une approche interdisciplinaire basée sur des applications du monde réel et l'appréhension de produits contemporains.

STEM se caractérise par un environnement d'apprentissage permettant aux élèves de comprendre comment la méthode scientifique peut s'appliquer à la vie quotidienne et en se concentrant sur la résolution de problèmes réels. Il est important d'amener les élèves à prendre conscience que les solutions constructives présentes au cœur des produits pluritechnologiques reposent sur des principes physiques régis par des modèles mathématiques.

Au cours du cycle terminal STI2D, les STEM seront mobilisés à la fois pour analyser des produits pluritechnologiques et résoudre des problèmes techniques authentiques. Les contenus des enseignements de spécialité IT, I2D et 2I2D font une place importante à la pédagogie de projet, à l'expérimentation, l'innovation et la créativité. Les activités de projet et de prototypage, ancrées en 2011 dans chacune des quatre spécialités, ne relèvent plus d'une approche uniquement centrée sur un des trois piliers du triptyque matière-énergie-information (MEI), mais bien d'une approche qui intègre ces trois piliers via une démarche collaborative entre élèves suivant des enseignements spécifiques différents.

La technologie se caractérise aujourd'hui par une intégration de plus en plus poussée du design, de la mécanique, de l'énergétique, de l'électronique, de l'informatique et de l'automatique, dans un environnement de plus en plus numérique.

Au collège, dans le cadre du cycle 4, les enseignements de mathématiques et de technologie contribuent conjointement, à l'acquisition du domaine 1 du socle commun de compétences, de connaissances et de culture : « Les langages pour penser et communiquer » et « Comprendre, s'exprimer en utilisant les langages mathématiques, scientifiques et informatiques ».

En classe de seconde du lycée général et technologique, l'enseignement commun de sciences numériques et technologie (SNT) s'inscrit dans le prolongement des contenus dispensés au collège à travers les sept thématiques proposées. L'ensemble des concepts relatifs à l'informatique sont abordés : les données et l'information, les algorithmes et les programmes, les machines.

En classes de première et terminale STI2D, prenant appui sur SNT, en lien avec les programmes de mathématiques, l'enseignement de l'informatique prend corps via la programmation des produits pluritechnologiques en réponse à un besoin dûment formulé faisant état des fonctions à satisfaire, des comportements attendus et des fonctionnalités requises des interfaces Homme-machine.

Des prolongements et approfondissements trouvent leur place à la fois à travers le projet de la classe de terminale et dans l'enseignement spécifique SIN.

Retrouvez éducol sur :



## Construire une progression

Il s'agit d'organiser de façon cohérente l'acquisition, progressive et spiralaire, des compétences et connaissances associées relatives au programme des enseignements de spécialité. La maîtrise des compétences et connaissances associées acquises dans un contexte d'apprentissage se mesure par la capacité des élèves à transposer ces acquis à d'autres support d'études.

Depuis plusieurs années, la didactique en sciences industrielles de l'ingénieur préconise d'organiser les activités de tout type (cours, TD, activités pratiques, projet) en séquences formant un tout cohérent, ciblant un ensemble de compétences et de connaissances associées à acquérir. L'ordonnancement des séquences entre elles relève d'une ingénierie pédagogique partagée au sein de l'équipe d'enseignants et, a contrario, ne saurait relever des seuls aspects calendaires et de disponibilité des matériels didactiques.

Les principes directeurs sur lesquels il convient de prendre appui pour mener la réflexion didactique conduisant à la définition d'une progression sont les suivants :

- on peut raisonnablement considérer que l'année de première STI2D se déroule sur 33 semaines parmi lesquelles 36h seront dédiées au projet de fin d'année ; cela conduit à considérer que trois semaines sont dédiées à la régulation en cours d'année, permettant de faire face à des impondérables ;
- quels que soient les objectifs retenus pour les séquences composant la progression de première, le développement des compétences nécessite de lier les trois piliers matière-énergie-information (MEI) dans chaque séquence ; une progression qui explorerait successivement ces trois champs est inappropriée. Il est attendu que chaque séquence explore les trois champs et couvre les dimensions socio-culturelle, scientifique et technique, et d'ingénierie design ;
- l'objectif de faire acquérir de manière progressive et spiralaire les compétences et connaissances associées implique d'identifier les points fondamentaux et hiérarchiser ces derniers en conduisant une analyse criticité-complexité. Il convient de définir le niveau d'exigence attendu pour chaque compétence à chacune des séquences au cours desquelles la compétence est travaillée. Pour chaque situation, il est nécessaire de définir des observables et d'y associer un niveau de maîtrise ;
- piloter les apprentissages suppose la prise en compte des résultats des élèves et différencier autant que de besoin.

Retrouvez éduscol sur :



Le programme propose un croisement entre compétences et connaissances associées, pour lesquelles une indication du poids respectif de l'horaire à y consacrer est proposée ci-dessous :

	IT	I2D
Principes de conception des produits et développement durable	50 %	5 %
Approche fonctionnelle et structurelle des produits	-	25 %
Approche comportementale des produits	-	35 %
Éco-conception des produits	20 %	20 %
Solutions constructives	15 %	5 %
Prototypage et expérimentations	15 %	10 %

### *Construire une séquence*

Une séquence vise la maîtrise progressive de compétences mobilisant des connaissances associées selon un niveau d'exigence dûment exprimé, par le biais d'activités proposées aux élèves et mobilise des supports objets d'études. Le dispositif d'évaluation fait partie intégrante de la réflexion à mener et à opérationnaliser en relation avec les objectifs visés de la séquence.


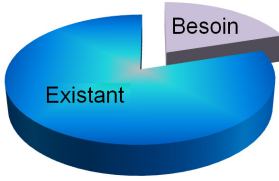

Le modèle de séquence présenté dans le document d'accompagnement aux programmes STI2D de 2011 reste valide.

Les points clés rappelés ci-dessous restent inchangés :

- la séquence est définie par un ensemble d'activités délimitées dans le temps et dont la finalité est l'acquisition de compétences et connaissances associées identifiées lors de la conception de la progression ;
- les activités sont organisées autour de démarches pédagogiques adaptées au public et à la nature des objectifs pédagogiques dans un souci d'efficacité. La préoccupation pédagogique doit en particulier conduire à ce qu'une séquence présente une unité de sens du point de vue de l'élève. Les démarches pédagogiques à mobiliser relèvent du choix des équipes enseignantes ; seul le souci de l'efficacité pédagogique doit éclairer la prise de décision pour mettre en œuvre la démarche d'investigation, de résolution de problème et de projet (voir tableau ci-après). En annexe, il est rappelé les démarches pédagogiques qui peuvent être associées aux activités ;

Retrouvez éducol sur :



	Démarche d'investigation	Démarche de résolution de problèmes techniques	Démarche de projet
Objectif de la démarche	Découvrir et comprendre	Agir	Décider et agir
Activité dans la démarche	Analyser et chercher	Résoudre	Concevoir, développer et agir
Support ou point de départ de la démarche	 Système abouti	 Système perfectible	 Cahier des charges

- les activités proposées alternent des temps d'apprentissage, pendant lesquels les élèves construisent progressivement leurs acquis nouveaux, et des temps de formalisation qui permettent de structurer ces acquis en vue d'une transposition explicite à des situations inédites ;

### Focus sur les activités d'expérimentation

Les activités d'expérimentation figurent parmi les différentes modalités d'apprentissage mobilisables en proposant une approche pratique sous une forme concrète, matérielle. Selon le cas, les activités d'expérimentation peuvent conduire à appréhender des concepts fondamentaux, à valider des modèles de comportements ou à qualifier des solutions technologiques sur lesquelles s'appuie la conception des produits.

Les protocoles expérimentaux peuvent s'appuyer sur des sous-ensembles directement extraits de produits pluritechnologiques, de maquettes simplifiées ou encore sur des bancs d'essai, des platines de programmation, etc.

Il s'agit là de mener des activités pratiques conduisant à analyser qualitativement (observations) ou quantitativement (mesures) le comportement de sous-ensembles caractéristiques de solutions techniques trouvant place dans les produits étudiés en STI2D. Au cœur des activités d'expérimentation, la simulation numérique peut prendre place, mais elle ne constitue pas, en tant que telle, une activité d'expérimentation comme envisagée ici.

Les activités d'expérimentation menées dans chaque champ MEI participent ainsi au choix de l'enseignement spécifique que chaque élève aura à réaliser en entrant en classe de terminale.

- l'évaluation, qu'elle soit conduite dans une logique diagnostique, formative ou sommative, doit être conçue en référence aux objectifs pédagogiques de la séquence exprimés en termes de compétences à maîtriser prenant appui sur des connaissances. Du point de vue du professeur, c'est une mesure d'écart entre les acquis observés chez les élèves, et les acquis attendus en fin de séquence. Dans une logique de régulation en phase d'apprentissage, il s'agit d'attribuer à l'erreur un statut d'information. Du point de vue de l'élève, l'évaluation doit constituer un outil de suivi des progrès lui permettant d'identifier et de franchir d'éventuelles difficultés et ainsi de progresser vers l'acquisition de nouvelles compétences. Il est par conséquent primordial de mettre en place un dispositif d'évaluation formative, lisible et explicite pour l'élève, afin de le guider au fil de l'eau dans son travail. La différenciation pédagogique, et le cas échéant la remédiation trouvent ici toute leur place.

Retrouvez éducol sur :



La mise en œuvre de cette ingénierie pédagogique repose sur une organisation des espaces décrite dans la suite de ce document.

### *Des lieux d'enseignement à adapter*

Les lieux d'enseignements suivants sont à privilégier dans une logique STEM : le Fablab, la zone d'étude des produits pluritechnologiques et la zone d'expérimentation.



### **Le Fablab**

Lieu emblématique de cette réforme, le Fablab constitue l'espace central de formation.

Ainsi, le Fablab propose un environnement dont l'objectif est de faciliter le processus de création qui débute par l'émission d'idées, en réponse à un besoin dûment exprimé, pour se concrétiser par la matérialisation d'un premier prototype.

Il s'agit de stimuler la créativité par les échanges entre élèves autour des projets en cours de réalisation, et de s'ouvrir à une diversité de publics. Il peut ainsi accueillir tout aussi bien un public interne à l'établissement, c'est sa vocation première, qu'un public externe selon le projet de l'établissement.

Retrouvez éducol sur :



L'aménagement du Fablab doit traduire ces finalités par une structuration en trois zones :

- la zone de créativité doit pouvoir accueillir des groupes projet, proposer un environnement pour que s'exprime la créativité des élèves et faciliter les échanges entre eux, recueillir les idées issues de ces échanges ;
- la zone de conception doit proposer des moyens informatiques permettant de traduire les concepts en des modèles de représentation (moyens CAO, logiciels de programmation de microcontrôleurs, etc.) pouvant être ensuite exploités par des moyens de prototypage rapide ;
- la zone de réalisation doit regrouper des moyens de prototypage rapide, permettant la matérialisation des solutions.

### La zone d'étude des produits pluritechnologiques

La zone d'étude des produits accueille les produits pluritechnologiques caractéristiques de la série STI2D. On y mène les démarches d'investigation et de résolution de problème sur ces produits contemporains, fondées sur l'analyse fonctionnelle, structurelle et comportementale de ces produits, et sur l'exploitation de modèles de comportement multi-physiques qui leurs sont associés.

### La zone d'expérimentation

La zone d'expérimentation a pour objectif d'accueillir des montages expérimentaux (de type bancs d'essai), ou encore des malles didactiques, permettant d'étudier le comportement des solutions techniques élémentaires (ou de maquettes simplifiées de ces solutions) extraites des produits pluritechnologiques. Les activités d'expérimentation participent fortement à l'appréhension des neuf concepts de base présents dans le programme STI2D :

#### Les neuf concepts de STI2D

MATIÈRE	ÉNERGIE	INFORMATION
Mouvement	Conversion	Acquisition
Équilibre	Transfert	Traitement
Résistance	Gestion	Transmission

### Les usages du numérique

L'usage du numérique reste un levier incontournable dans la mise en œuvre des enseignements. Il peut être mobilisé sous différents aspects rappelés de manière non exhaustive ci-après, avec les points de vigilance à observer :

- **l'accès aux ressources** ; les ressources numériques en ligne permettent d'accéder rapidement à un corpus de connaissances utiles à la formation. Elles peuvent revêtir des formes diverses : documents en ligne, capsules vidéo, tutoriels, etc. L'enjeu consiste ici à développer chez l'élève une capacité à naviguer parmi ces ressources pour ne retenir que celles fiables ;
- **l'organisation du travail collaboratif** ; l'exploitation d'ENT, d'espaces de stockage en ligne, de plateformes collaboratives de travail (en présentiel et/ou à distance), de solution de visio-conférence sont à mobiliser pour structurer et fluidifier les échanges nécessaires à la conduite de projets collaboratifs. L'usage de ces outils requiert un apprentissage pour en tirer profit en évitant la lourdeur d'outils trop complexes ;

Retrouvez éducol sur :





- **la simulation numérique** ; les logiciels permettant la conception et l'exploitation de modèles numériques, représentant les produits étudiés rendent accessibles des investigations essentielles à la compréhension de leur fonctionnement et de leurs performances. Aux produits pluritechnologiques correspondent des modèles multi-physiques qui doivent être mobilisés pour appréhender les comportements des produits ainsi que les interactions entre les flux de matière, énergie et information. La complexité des produits étudiés et le nombre des exigences à respecter simultanément nécessitent le recours systématique aux outils de simulation ;
- **les jumeaux numériques** ; ils constituent le trait d'union entre le monde réel, qui alimente en données d'exploitation des clones virtuels qui reproduisent, par des modèles adaptés et l'intégration d'intelligence artificielle, le comportement des produits réels. Leur exploitation dans le cadre de la formation a vocation à se développer dans les années futures.

### *Le travail personnel des élèves*

Le travail personnel des élèves relève d'une responsabilité partagée par l'ensemble des acteurs : l'élève en premier lieu, mais également sa famille, le professeur et la communauté éducative qui doivent en assurer le pilotage et la coordination.

Le travail personnel de l'élève comporte deux acceptions qui se veulent et se doivent complémentaires, dans la classe et hors la classe. Il contribue, de manière fondamentale, à la réussite scolaire, car il constitue la matrice d'appropriation des compétences et des connaissances associées.

En classe, il convient d'organiser les activités, quelles que soient leur nature, de façon à obtenir l'attention et l'engagement de l'élève dans l'accomplissement des tâches qui lui sont confiées. Au-delà de ces seuls éléments de motivation, il est nécessaire que chaque étape du travail proposé mobilise la réflexion de l'élève ; ceci ne saurait exclure le travail coopératif et collaboratif. De la sorte, les éléments de réponse à une problématique à résoudre ne sauraient se retrouver dans un « dossier ressource » ; la réflexion et la recherche de solution ne sauraient se résumer à une recherche, même experte, d'une simple information.

La mise en place d'activités régulières de travail hors de la classe est nécessaire dans la perspective d'appropriation des connaissances, mais également de préparer les élèves aux poursuites d'études supérieures, au cours desquelles la capacité à s'organiser et travailler en dehors des cours est incontournable et conditionne les chances de réussite.

Hors de la classe, le travail personnel peut largement prendre appui sur l'appropriation de fiches de connaissances en lien avec les cours et synthèses réalisées, la prise de contact avec des activités pratiques à venir ou encore l'appropriation d'un contexte d'expérimentation en écho avec des fiches méthodologiques de mise en œuvre d'instruments de mesure, etc. Par ailleurs, il est important de confier des exercices en nombre suffisant de façon à automatiser certaines procédures de résolution de problème.

Cet ensemble de documents peut trouver utilement sa place au sein de l'espace numérique de travail ou à défaut sur un espace dûment répertorié et identifié, accessible par tous. Le format numérique des documents ne saurait constituer un obstacle à leur accès voire à leur consultation.

Retrouvez éduscol sur :



## Les spécificités de la classe de première STI2D

### Articuler IT et I2D

Les spécialités IT et I2D sont intimement liées l'une à l'autre, et il est vivement recommandé de porter la réflexion sur les stratégies pédagogiques qui permettent de lier ces spécialités plutôt que de chercher à identifier ce qui les distingue l'une de l'autre.

Au-delà d'une coordination temporelle et calendaire des apprentissages entre IT et I2D, seule une réelle articulation des acquisitions de compétences et connaissances de IT et I2D peut amener les élèves à maîtriser les concepts précédents selon le niveau d'exigence requis.

L'étude des produits attendue en I2D combinée à la mise en évidence des problèmes que les concepteurs ont dû résoudre doivent être approfondies par des activités d'expérimentation sur des supports didactiques, dédiés à la construction d'une culture des solutions constructives. Ces études initient les acquisitions et peuvent notamment prendre appui, pour faire sens, sur les projets proposés en IT. Cela permet d'approfondir et de réinvestir les acquisitions dans le cadre d'une pédagogie active et donne du sens aux apprentissages ; ce qui n'exclut pas de susciter le besoin d'apports de connaissances et une montée en compétences pour résoudre un problème rencontré au cours d'une activité de projet en IT. Des stratégies pédagogiques, renvoyant aux activités menées en I2D, peuvent être mises en place en IT afin de « connecter » les enseignements et rendre davantage perceptibles les connaissances et compétences développées dans les deux enseignements de spécialité.



### Le projet en enseignement de spécialité IT

La démarche de projet constitue le pilier de l'enseignement d'IT. Elle trouve son aboutissement dans l'organisation d'un projet de 36 heures support de l'épreuve de spécialité de fin de première. Ce projet est par conséquent réalisé en fin de classe de première, afin de réinvestir l'ensemble des acquis construits en cours d'année au travers des deux enseignements de spécialité.

Retrouvez éducol sur :



## Annexe : les démarches pédagogiques associées aux activités

### La démarche de créativité<sup>1</sup>

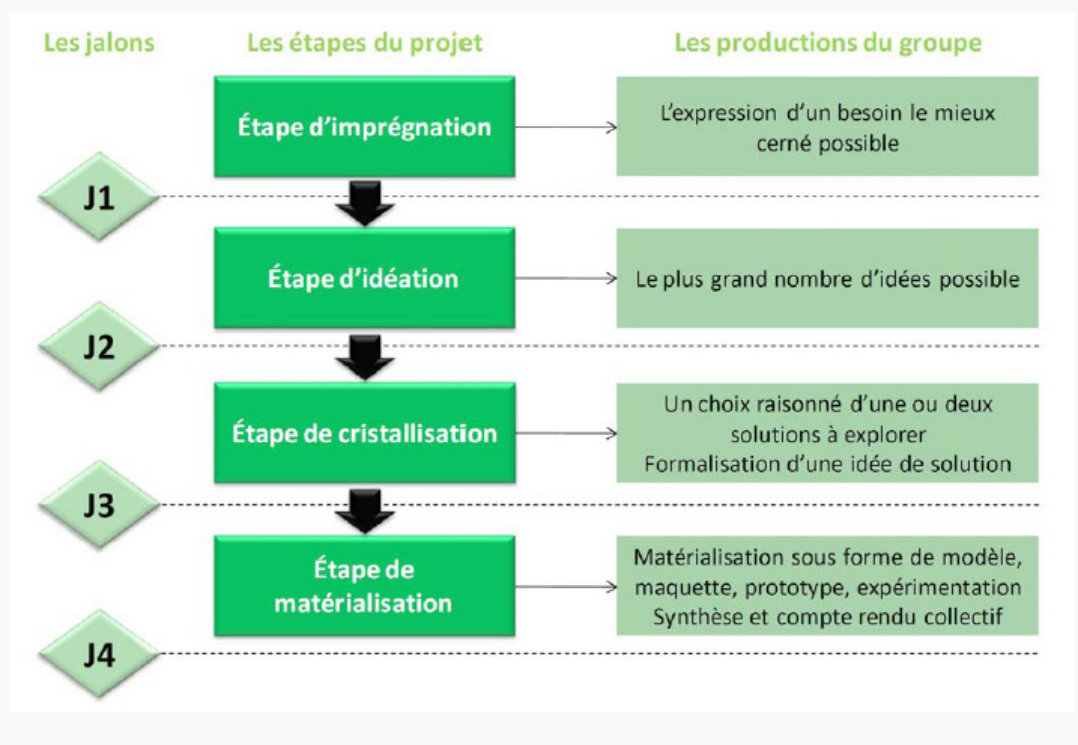
Cette démarche est ponctuée d'étapes et éventuellement de jalons sous forme de revues de projet (voir figure ci-dessous).

L'étape d'imprégnation : cette première étape permet de cerner au mieux l'environnement du produit, ses usages et ses relations avec les usagers. Elle consiste donc à explorer le sujet, le comprendre, l'embrasser.

L'étape d'idéation : c'est l'étape de créativité pure, au cœur du processus imaginatif, essentielle pour innover. La pratique du brainstorming reste l'outil universel et traditionnel de créativité en groupe.

L'étape de cristallisation : c'est le temps du recentrage pour faire converger toutes les idées vers l'idéalité. Les idées du brainstorming sont prêtes à être classées par familles, ou triées suivant quelques critères pour confronter la production aux contraintes techniques ou économiques inhérentes au projet ou sa réalisation.

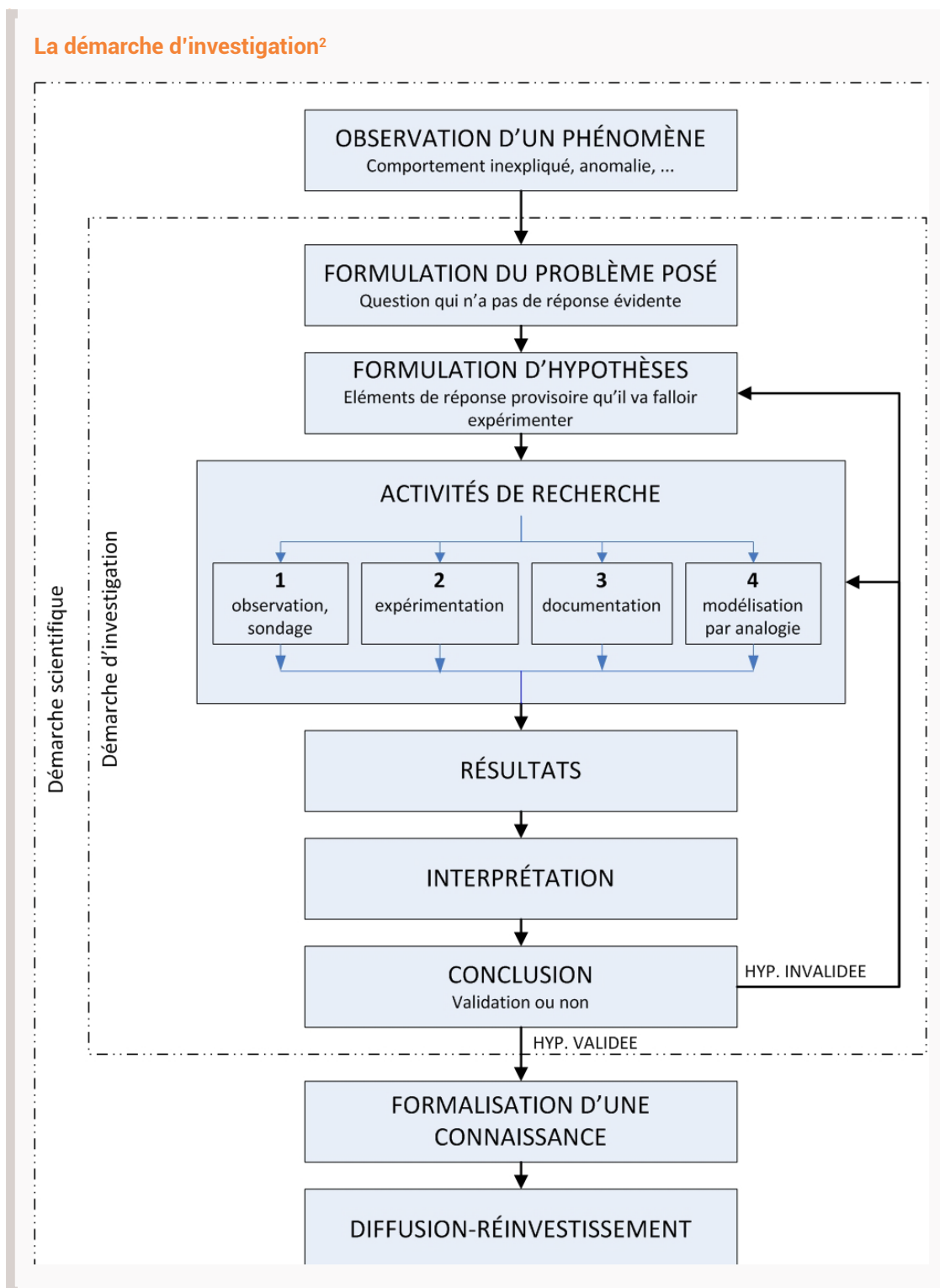
L'étape de matérialisation (réalisation d'une maquette ou d'un prototype) : cette dernière phase permet d'exprimer l'idée apparue comme la plus pertinente pour la tester. À l'aide de croquis d'intention ou de schémas, les élèves représentent l'idée avant de pouvoir en faire, suivant les cas, une maquette numérique, une maquette physique de simulation, ou encore un prototype fonctionnel.



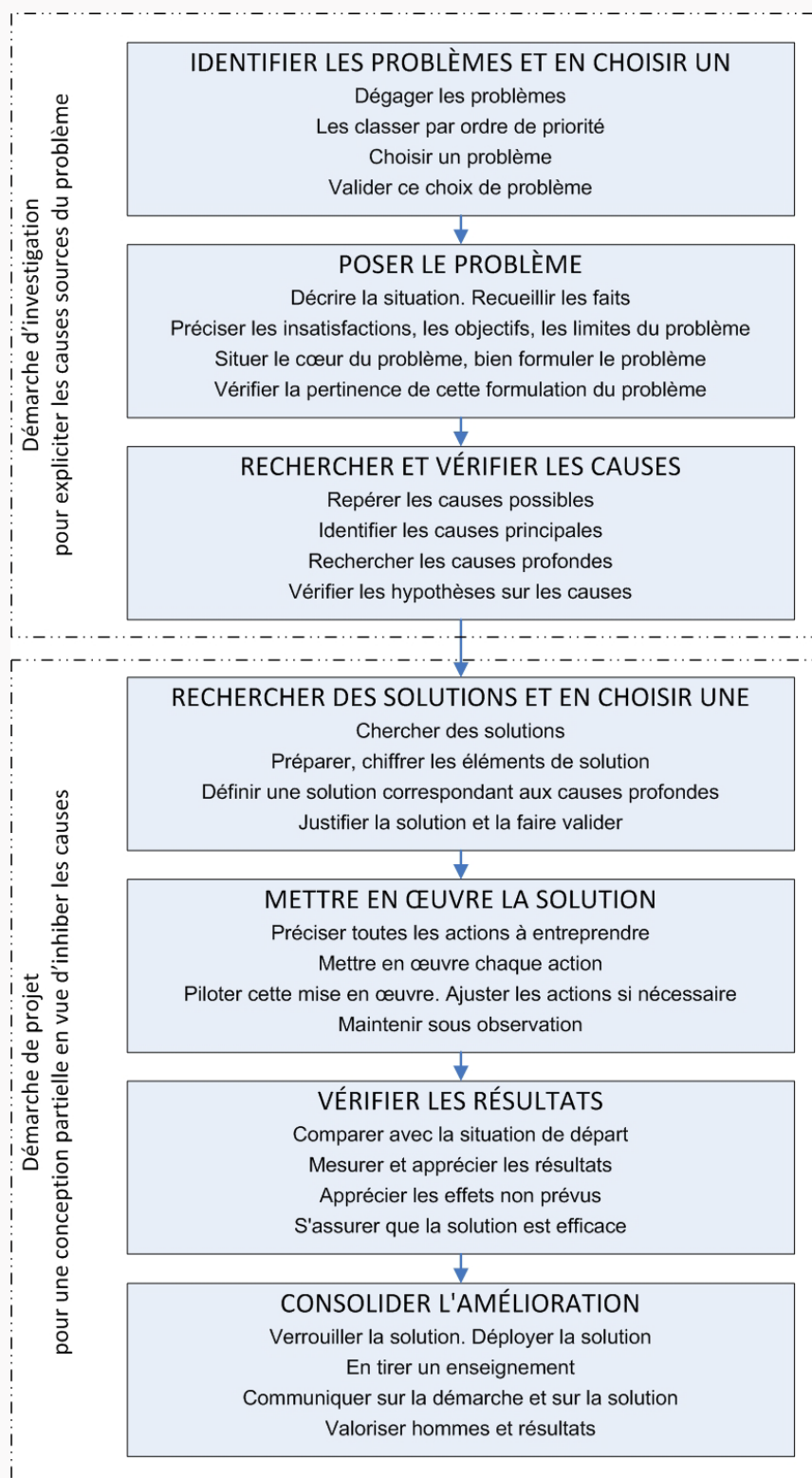
Retrouvez éducol sur :



1. Selon le document d'accompagnement STI2D 2011

La démarche d'investigation<sup>2</sup>

### La démarche de résolution de problème<sup>3</sup>



Retrouvez éducol sur :



3. Selon le document d'accompagnement STI2D 2011