



Principes et solutions
pour la **conservation de l'existant**

Les solutions présentées ont été regroupées selon cinq groupes, communs aux différentes thématiques du projet Bazed :

- Environnement immédiat :
 - o Implantation du bâtiment sur la parcelle
- Structure :
 - o Terrassement- Fondation
 - o Gros œuvre et maçonneries
 - o Construction bois : charpente et ossature
 - o Construction métallique : charpente et ossature
- Enveloppe :
 - o Façade- Revêtement de façade-Isolation extérieure
 - o Menuiserie extérieure - Vitrierie
 - o Couverture-Toit - Zinguerie
 - o Etanchéité
- Aménagement intérieur - Second Œuvre :
 - o Menuiserie intérieure – Cloisons - Plinthes
 - o Plâtrerie – Doublage- Isolation intérieure -
 - o Revêtements murs
 - o Revêtements sols
 - o Revêtements plafonds
- Equipements techniques :
 - o Electricité
 - o CVC : Chauffage-Ventilation-Climatisation
 - o Plomberie-Sanitaire

Ces solutions sont extraites d'observations, des éléments récoltés tout au long du projet, d'expériences personnelles, et de pathologies récurrentes qui peuvent entraîner une production de déchets importante au cours de la vie du bâtiment dus à un entretien maintenance non optimisés en phase de conception.

Certaines solutions sont également des suggestions et peuvent faire l'objet d'étude avant réalisation au regard des différentes normes et réglementations en vigueur.



Index

ENVIRONNEMENT IMMEDIAT	4
STRUCTURE	5
ENVELOPPE.....	9
AMENAGEMENT INTERIEUR-SECOND ŒUVRE	11
EQUIPEMENTS TECHNIQUES.....	13

ENVIRONNEMENT IMMEDIAT

	PRINCIPES	SOLUTIONS TECHNIQUES	REFERENCES/ COMMENTAIRES
	Connaître les caractéristiques du bâtiment existant et les travaux autorisés	Consulter les règles d'urbanisme	<i>Cf. PLU, Plan d'Occupation des sols ou autres qui renseignent sur les hauteurs maximales, pente de toiture autorisée, distance à respecter par rapport aux limites de propriétés, les matériaux à utiliser....</i>
		Vérifier si le bâtiment est classé/inscrit ou s'il est dans le périmètre d'un bâtiment patrimonial protégé	<i>Si c'est le cas, consulter l'Architecte des Bâtiments de France qui donnera un avis sur le projet. Si l'aspect extérieur doit être modifié prendre RDV dès l'esquisse du projet au Service Territorial de l'Architecture et du Patrimoine. Cf. REX : Conservation- BYRRH</i>
		Vérifier si le bâtiment est ou non dans une zone à risques et quelles sont les règles	<i>Les risques peuvent être naturels (inondation, mouvement de terrain, incendie...), risques miniers ou industriels. Cf. Plan de Prévention des Risques (PPR)</i>
	Vérifier la faisabilité de réaliser les travaux de réhabilitation	S'assurer que le bâtiment possède un accès nécessaire pour les travaux	
		Prendre en compte l'environnement immédiat qui pourrait rendre difficile les travaux	<i>Arbres, végétations, bâtiments proches...</i>
	Valoriser la valeur patrimoniale et historique du bâtiment		

STRUCTURE

LOTS CONCERNES	PRINCIPES	SOLUTIONS TECHNIQUES	REFERENCES/ COMMENTAIRES
TERRASSEMENT-FONDATION	Renforcer la structure existante pour reprendre des charges supplémentaires	Renforcement par application de matériau composite (fibres carbone, verre) ou par chemisage en béton armé	<i>Se référer à l'étude de sol qui évalue la nature des fondations à réaliser afin d'éviter de déstabiliser le bâtiment existant</i>
		Mettre en œuvre des colonnes de jet grouting armées	<i>Cf. REX : Conservation- Entrepôt seegmuller Micropieux se présentant sous formes de tubes-gigognes. La colonne de béton est forée de quatre trous dans lesquels les tubes sont introduits puis scellés. Chaque colonne reprend 1 140 t d'efforts de compression, 570 t de traction et 270 t d'effort horizontal. Pour trouver le compromis optimal entre rigidité et élasticité, des essais dynamiques ont permis d'affiner la composition du béton de sol et le calibrage des armatures</i>
	Concevoir une nouvelle structure à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment existant	Concevoir des fondations indépendantes	<i>Se référer à l'étude de sol Cf. REX : Conservation- Halle Pajol (de nouveaux bâtiments en bois sont portés par des poteaux en bois qui repose sur des fondations indépendantes de celles de la Halle)</i>
GROS ŒUVRE - MAÇONNERIES	Vérifier la composition et l'état de conservation de la maçonnerie ou des éléments en béton	Mettre à nu les structures (à des endroits stratégiques)	<i>Cf. REX : Conservation- Brasserie Belle-Vue Cf. REX : Conservation- Entrepôt seegmuller (conservation de la structure poteau-poutre en béton) Cf. REX : Conservation- Centre de tri postal de Dax Cf. REX : Conservation- Maison Nodelais</i>
		Identifier la cause de présence de fissures et les traiter si nécessaire	
		Vérifier les ferrailages à l'aide d'un « ferroskan »	
		Observer le bâti de proximité de la même époque encore dans son état d'origine ou en ruine afin de s'en servir comme modèle	

	Renforcer la structure existante si nécessaire	Substituer les éléments abimés par des éléments de même nature et de même dimension	<i>Permet une meilleure transmission de la charge. Avant de commencer les travaux, vérifier la disponibilité des éléments.</i>
		Venir doubler la structure primaire	<i>Cf. REX : Conservation- Entrepôt seegmuller (Ajout d'un portique en béton au bâtiment existant pour soutenir le porte-à-faux de 12m + contreventement pour mise en conformité parasismique)</i>
		Réalisation d'une nouvelle dalle en cas de surélévation	<i>Cf. REX : Conservation- Entrepôt seegmuller (Remplacement de la toiture par une nouvelle dalle en béton pour soutenir la nouvelle structure métallique)</i>
	Concevoir une nouvelle structure à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment existant	Prévoir une structure indépendante du bâtiment d'origine.	<i>Vérifier que cette structure n'endommage pas la structure primaire. Faire intervenir des professionnels compétents (bureau d'étude/ bureau de contrôle) pour s'assurer de la faisabilité de la solution Cf. REX : Conservation- Cité centenaire Cf. REX : Conservation- Maison Nodelais (nouvelle desserte verticale accessible handicapée)</i>
	Ne pas fragiliser le mur existant lors de sa restauration	Eviter le nettoyage par sablage et pulvérisation d'eau à haute pression	<i>Préférer un nettoyage à la brosse ou à pulvérisation à basse pression</i>
		Choisir les éléments d'isolation et de revêtement en fonction de la nature du mur pour éviter qu'il se dégrade.	<i>Mettre des matériaux perspirants sur les murs en pierre par exemple (éviter par exemple l'utilisation d'enduits au ciment) Cf. REX : Conservation- BYRRH</i>
	Récupérer des éléments de maçonnerie	Réaliser une déconstruction sélective pour réemployer les éléments	<i>Cf. REX : Conservation- Cité centenaire (Récupération des soubassements en moellons de grés pour être réutilisés pour la construction de muret)</i>
		Recycler et utiliser ces déchets inertes en granulats, remblais ou en éléments paysagers.	<i>Cf. REX : Conservation- Cité centenaire (remblais des caves avec déchets inertes concassés) Cf. REX : Conservation- Halle Pajol (remblais : 4000m3) Les granulats peuvent être utilisés en sous-couche routière. Des projets de recherches sont actuellement effectués pour réutiliser déchets de la construction inertes dans des bétons ou blocs de construction.</i>
	Vérifier la composition et l'état de	Mettre à nu les structures	<i>Intervenir si besoin, cf. ci-dessous</i>

CONSTRUCTIONS BOIS <i>OSSATURE - CHARPENTE</i>	conservation des éléments en bois	Observer le bâti de proximité de la même époque encore dans son état d'origine ou en ruine afin de s'en servir comme modèle	
	Renforcer la structure existante si nécessaire	Venir doubler la structure primaire	<i>Ajout de poutres/poteaux/ éléments de charpente supplémentaire</i>
		Substituer les éléments abimés par des éléments de même nature et de même dimension	<i>Permet une meilleure transmission de la charge. Cf. REX : Conservation- Darwin-friche militaire (charpente)</i>
	Concevoir une nouvelle structure à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment existant	Prévoir une structure indépendante du bâtiment d'origine.	<i>Vérifier que cette structure n'endommage pas la structure primaire. Faire intervenir des professionnels compétents (bureau d'étude/ bureau de contrôle) pour s'assurer de la faisabilité de la solution</i>
	Ne pas fragiliser le mur existant lors de sa restauration	Choisir les éléments d'isolation et de revêtement en fonction de la nature du mur pour éviter qu'il se dégrade.	<i>Mettre des matériaux perspirants sur les murs en bois (éviter par exemple l'utilisation d'enduits au ciment)</i>
	Réemployer les éléments de structure récupérés	Créer de nouvelles structures	<i>Cf. REX : Conservation- Maison à Ottignies (bois utilisé pour la cabane du jardin)</i>
Créer des cloisons, murs de séparations non porteurs			
Créer différents types de mobilier		<i>Bancs, meubles, supports d'étagère....</i>	
CONSTRUCTIONS METALLIQUES <i>OSSATURE - CHARPENTE</i>	Pouvoir vérifier la composition et l'état de conservation des éléments métalliques	Mettre à nu les structures	<i>Cf. REX : Conservation- Halle Pajol Cf. REX : Conservation- L'athénée royal Riva Bella</i>
		Observer le bâti de proximité de la même époque encore dans son état d'origine ou en ruine afin de s'en servir comme modèle	
	Renforcer la structure existante si nécessaire	Venir doubler la structure primaire	<i>Ajout de poutres/poteaux/ éléments de charpente supplémentaire Cf. REX : Conservation- Halle Pajol (ajout de profilés pour adapter le bâtiment au nouveau programme)</i>
		Substituer les éléments abimés par des éléments de même nature et de même dimension	<i>Permet une meilleure transmission de la charge</i>
Concevoir une nouvelle structure à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment	Prévoir une structure indépendante du bâtiment d'origine.	<i>Vérifier que cette structure n'endommage pas la structure primaire. Faire intervenir des professionnels</i>	

	existant		<i>compétents (bureau d'étude/ bureau de contrôle) pour s'assurer de la faisabilité de la solution</i> <i>Cf. REX : Conservation- Cité centenaire (ajout d'une structure métallique pour les balcons)</i> <i>Cf. REX : Conservation- Halle Pajol (Nouveaux bâtiments construits en bois indépendants de la structure d'origine)</i>
	Réemployer les éléments de structure récupérés	Créer de nouvelles structures	
		Créer des cloisons, murs de séparations non porteurs	
		Créer différents types de mobilier	<i>Bancs, meubles, supports d'étagère....</i>

ENVELOPPE

LOTS CONCERNES	PRINCIPES	SOLUTIONS TECHNIQUES	REFERENCES/ COMMENTAIRES
FAÇADES- BARDAGES- ISOLATION EXTERIEURE	Rénover dans la mesure des possibles les façades existantes	Substituer les éléments abimés par des éléments de même nature et de même dimension	<i>Avant de commencer les travaux, vérifier la disponibilité des éléments.</i> <i>Cf. REX : Conservation- Brasserie Belle-Vue (des briques de parement ont été récupérées et nettoyées une à une par un ouvrier pour ragréer les façades)</i> <i>Cf. REX : Conservation- Centre de tri postal de Dax</i> <i>Cf. REX : Conservation- Maison à Ottignies</i> <i>Cf. REX : Conservation- Maison Nodelais</i>
	Récupérer les éléments de revêtement de façade.	Réaliser une déconstruction sélective pour réemployer les éléments	<i>A réutiliser pour un même usage dans une autre partie du bâtiment ou pour un autre usage.</i> <i>Cf. REX : Conservation- Entrepôt seegmuller</i> <i>Cf. REX : Conservation- Cité centenaire</i> <i>Cf. REX : Conservation- Brasserie Belle-Vue (Récupération d'une quantité importante de briques et de pierres bleues)</i>
		Concasser et utiliser ces éléments en granulats, remblais ou en éléments paysagers.	<i>Cf. REX : Conservation- Cité centenaire (broyage de brique pour finition d'allée)</i> <i>Les granulats peuvent être utilisés en sous-couche routière. Des projets de recherches sont actuellement effectués pour réutiliser déchets de la construction inertes dans des bétons ou blocs de construction.</i>
	Créer de nouveaux éléments à partir d'éléments déconstruits du bâtiment	Réalisation d'un nouveau bardage à partir d'éléments reconditionnés	<i>Cf. REX : Conservation- L'athénée royal Riva Bella (utilisation des capots d'habillage des menuiseries pour faire le bardage du RDC)</i>
	Choisir les éléments d'isolation et de revêtement en fonction de la nature du mur pour éviter qu'il se dégrade.	Mettre des matériaux perspirants sur les murs en pierre ou en bois	<i>Par exemple : éviter l'utilisation d'enduits au ciment.</i>
MENUISERIE EXTERIEURE -	Changer seulement les éléments nécessaires et pas forcément l'ensemble de la fenêtre	Conserver les menuiseries extérieures en bon état	<i>Réaliser des tests d'étanchéité à l'air, intervenir si besoin si de petits travaux sont nécessaires.</i>

VITRERIE		Privilégier le remplacement des baies vitrées existantes en conservant le dormant plutôt qu'en changeant l' huisserie complète.	<i>Génère moins de déchets. La taille de la fenêtre est légèrement réduite.</i>
	Récupérer les menuiseries	Réemployer les menuiseries en bon état	<i>Cf. REX : Conservation- Maison à Ottignies (récupération des châssis PVC en double vitrage)</i>
		Utiliser les portes fenêtres et portes extérieures en éléments de séparation à l'intérieur du bâtiment ou sur un autre bâtiment.	<i>Cf. REX : Conservation- Cité centenaire</i>
COUVERTURES- TOIT - ZINGUERIE	Vérifier l'état de la toiture et intervenir si besoin	Substituer les éléments abimés par des éléments de même nature et de même dimension	<i>Avant de commencer les travaux, vérifier la disponibilité des éléments.</i>
	Récupérer les tuiles/ éléments de couvertures du bâtiment existant	Réaliser une déconstruction sélective pour réutiliser les éléments	<i>A réutiliser pour un même usage dans une autre partie du bâtiment ou pour un autre usage (par exemple : en revêtement de façade ou revêtement intérieur)</i>
		Concasser et utiliser ces éléments en granulats, remblais ou en éléments paysagers.	<i>Cf. REX : Conservation- Darwin-friche militaire (utilisation des déchets de tuiles en aménagement extérieur). Les granulats peuvent être utilisés en sous-couche routière. Des projets de recherches sont actuellement effectués pour réutiliser déchets de la construction inertes dans des bétons ou blocs de construction.</i>
ETANCHEITE A L'EAU ET A L'AIR – PARE VAPEUR	Conserver ou rénover les éléments en bon état	Conserver l'étanchéité existante en toiture jouant le rôle de pare vapeur avant de réaliser une isolation par l'extérieur	<i>Cf. REX : Conservation- Ligue des familles (ajout sur l'ancienne étanchéité d'un complexe constitué d'un isolant en polyuréthane et d'une toiture verte extensive)</i>
	Adapter les matériaux neufs à l'ancien	Préférer un frein-vapeur à un pare vapeur pour les murs perspirants.	<i>Un film dont la résistance à la vapeur d'eau est comprise entre 1 et 5 mètres (soit $1 < Sd < 5$) est considéré comme frein-vapeur, s'il est supérieur à 10 à 15 m alors on considèrera qu'il s'agit d'un pare-vapeur. Cf. REX : Conservation- BYRRH</i>

AMENAGEMENT INTERIEUR-SECOND ŒUVRE

LOTS CONCERNES	PRINCIPES	SOLUTIONS TECHNIQUES	REFERENCES/ COMMENTAIRES
MENUISERIES INTERIEURES -	Conserver ou rénover les éléments en bon état	Substituer les éléments abimés par des éléments de même nature et de même dimension	Cf. REX : Conservation- Lique des familles (les cloisons et portes intérieures ont été conservées)
CLOISONS - PLINTHES	Récupérer les éléments du bâtiment existant en bon état	Réemployer les menuiseries intérieures existantes	A réutiliser sur une nouvelle partie du bâtiment ou pour un autre bâtiment Cf. REX : Conservation- Brasserie Belle-Vue Cf. REX : Conservation- Cité centenaire
		Réaliser une déconstruction sélective des cloisons en vue de leur réemploi	A réemployer pour un même usage ou pour un autre usage. Cf. REX : Conservation- L'athénée royal Riva Bella (démontage des cloisons en agglomérés puis remontage avec recouvrement de plaques de plâtre pour la résistance au feu)
	Créer de nouveaux éléments à partir d'éléments déconstruits du bâtiment	Récupérer des éléments en bois, en métal pour réaliser l'ossature des cloisons	Réaliser un pré-diagnostic pour vérifier la qualité et la quantité des éléments à récupérer
		Récupérer des éléments de maçonneries pour monter de nouvelles cloisons ou murets.	
		Réaliser du mobilier à partir d'éléments récupérer	Ex : à partir de planche de bois, d'éléments structurels (bois/ métal), à partir de bardage/ plaque/ Parements...
	Réemployer des menuiseries extérieures pour réaliser des ouvertures intérieures	Moins de contraintes au niveau des réglementations (thermiques, acoustiques...) A attention cependant au niveau de la réglementation incendie (coupe-feu) en fonction du bâtiment.	
PLATRERIE - DOUBLAGE - ISOLATION	Conserver ou rénover les éléments en bon état	Substituer les éléments abimés par des éléments de même nature et de même dimension	Avant de commencer les travaux, vérifier la disponibilité des éléments.
	Récupérer les éléments du bâtiment existant en bon état	Réaliser une déconstruction sélective pour réemployer les plaques/ Panneaux	A réemployer pour un même usage dans une autre partie du bâtiment ou pour un autre usage. Par exemple utiliser les plaques de plâtre ou panneau de

INTERIEURE -			bois en chape sèche.
		Réaliser une déconstruction sélective pour réemployer les isolants	Cf. REX : Conservation- Maison à Ottignies
REVETEMENTS MURS	Conserver et/ou Rénover dans la mesure du possible les sols existants	Substituer les éléments abimés par des éléments de même nature et de même dimension	Exemple : Parements en briquettes, en pierres...
	Récupérer les éléments de parements intérieurs du bâtiment existant	Réaliser une déconstruction sélective pour réemployer les éléments	A réutiliser en parement intérieur ou pour un autre usage. (exemple : petites briquettes, pierres...)
		Concasser et utiliser ces éléments en granulats, remblais ou en éléments paysagers.	Les granulats peuvent être utilisés en sous-couche routière. Des projets de recherches sont actuellement effectués pour réutiliser déchets de la construction inertes dans des bétons ou blocs de construction.
	Créer de nouveaux éléments à partir d'éléments déconstruits du bâtiment	Récupérer des éléments de parements extérieurs	Exemple : briquettes, pierres provenant d'une partie du bâtiment déconstruit.
REVETEMENTS SOLS	Conserver et/ou Rénover dans la mesure du possible les sols existants	Substituer les éléments abimés par des éléments de même nature et de même dimension	Cf. REX : Conservation- L'athénée royal Riva Bella (conservation du carrelage d'origine)
	Récupérer les éléments de revêtement de sol du bâtiment existant	Réaliser une déconstruction sélective pour réutiliser les éléments	A réutiliser pour un même usage dans une autre partie du bâtiment ou pour un autre usage. Cf. REX : Conservation- Brasserie Belle-Vue Cf. REX : Conservation- BYRRH Cf. REX : Conservation- Maison à Ottignies
		Concasser et utiliser ces éléments en granulats, remblais ou en éléments paysagers.	Les granulats peuvent être utilisés en sous-couche routière. Des projets de recherches sont actuellement effectués pour réutiliser déchets de la construction inertes dans des bétons ou blocs de construction.
	Créer de nouveaux éléments à partir d'éléments déconstruits du bâtiment	Récupérer des éléments de parements extérieurs	Exemple : briquettes, pierres provenant d'une partie du bâtiment déconstruit.
REVETEMENTS PLAFONDS	Conserver et/ou Rénover dans la mesure du possible les plafonds existants	Substituer les éléments abimés par des éléments de même nature et de même dimension	

EQUIPEMENTS TECHNIQUES

LOTS CONCERNES	PRINCIPES	SOLUTIONS TECHNIQUES	REFERENCES/ COMMENTAIRES
ELECTRICITE	Conserver ou récupérer dans la mesure du possible les éléments en bon état	Reprise des installations électriques d'origine	<i>Sous-réserve qu'elles soient toujours aux normes.</i>
		Réutiliser les luminaires existants à leur emplacement d'origine ou pour une autre localisation (dépend de l'usage du lieu)	<i>Se référer au diagnostic de l'existant qui permet de caractériser quantitativement et qualitativement l'état du parc de luminaires existant, en termes de : puissance, qualité, âge des luminaires (incandescence, tubes fluorescents...), et rendement, gestion de l'allumage et conclue sur l'opportunité et la faisabilité de réutilisation</i>
CVC	Conserver ou récupérer dans la mesure du possible les éléments en bon état	Conserver les réseaux de distributions	<i>Même si le système de chauffage est changé, si on passe par exemple d'une chaudière fuel à une chaudière à bois, les réseaux de distributions peuvent être conservés (= moins de déchets), ce qui n'aurait pas été le cas dans le cas de passage d'une chaudière fuel à des radiateurs électriques.</i>
		Conserver une production d'ECS et de chauffage couplé (si c'est le cas à l'origine)	<i>Se référer à l'analyse énergétique qui décrit en détail les installations de chauffage et d'ECS et précise si elles sont couplées ou non. Dans sa phase programmatique le thermicien prendra soin de prescrire ou non le remplacement de ces installations selon leur état et le maintien ou non du couplage des deux productions calorifiques</i>
		Conserver (ou récupérer) les chaudières ou autres équipements qui ont été récemment changées.	<i>Cf. REX : Conservation- Cité centenaire</i>
	Adapter les systèmes de CVC à la rénovation prévue du bâtiment	Dimensionner les éléments à partir des besoins réels (ne pas les surdimensionner)	<i>Faire réaliser en amont du projet une Simulation ThermoDynamique (STD) qui permettra d'estimer les consommations réelles d'énergie, en tenant compte de de l'inertie, des systèmes énergétiques, du comportement des occupants, et du climat local.</i>

			<i>L'étude est faite au pas de temps horaire.</i>
		Assurer un apport d'air neuf suffisant (ventilation mécanique, naturelle ou hybride) afin d'éviter tout problème d'humidité (moisissures,).	<i>A noter que sur ces bâtiments, une grande partie des vitrages a été changée limitant ainsi les entrées d'air venant de l'extérieur, les parois deviennent plus imperméables. Il convient de vérifier désormais si le renouvellement d'air neuf à apporter aux occupants est suffisant, afin d'éviter de créer un bâtiment « trop étanche » à l'air</i>
PLOMBERIE - SANITAIRE	Conserver ou récupérer dans la mesure du possible les éléments	Conserver ou réutiliser les équipements sanitaires en bon état	<i>Cf. REX : Conservation- Centre de tri postal de Dax Cf. REX : Conservation- Cité centenaire Cf. REX : Conservation- Maison Nodelais</i>
		Concasser les éléments en mauvais état et utiliser en granulats, en remblais	<i>Des recherches étudient la possibilité d'utiliser ces granulats dans la constitution de nouveaux éléments (blocs de constructions, nouveaux éléments en céramiques).</i>

Document réalisé dans le cadre du **projet BAZED** (Bâtiment zéro Déchet).

Le projet BAZED a été cofinancé par les partenaires du projet et par l'ADEME dans le cadre du Programme *Déchets du BTP* 2012.

Partenaires :



(Coordinateur)

**Centre Technologique de la
Construction Durable NOBATEK**

67 rue de Mirambeau

64600 Anglet

Tel. 05 59 03 61 29

Mail. contact@nobatek.com

M. Benjamin LACLAU



Agence XB Architectes

16, Rue Charles FLOQUET

64100 Bayonne

Tel. 05 59 48 12 51

Mail. annecoyola@xb-architectes.com

Mme Anne COYOLA



ARMINES

60, boulevard Saint-Michel

75272 Paris

Tel. 01 40 51 90 50

Mail. [bruno.peuportier@mines-](mailto:bruno.peuportier@mines-paristech.fr)

[paristech.fr](mailto:bruno.peuportier@mines-paristech.fr)

M. Bruno PEUPORTIER